

Prácticas de seguridad relativas a la estabilidad de buques pesqueros pequeños



Fotografía de la cubierta:

Puerto pesquero de Beruwala, Sri Lanka. FAO/A. Gudmundsson.

Prácticas de seguridad relativas a la estabilidad de buques pesqueros pequeños

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
DE PESCA
Y ACUICULTURA

517

Por
Ari Gudmundsson
Oficial de industrias pesqueras (buques)
Servicio de Tecnología Pesquera
División de Productos e Industria de la Pesca
Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO
Roma

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-306202-7

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica de la División de Comunicación de la FAO Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia o por correo electrónico a: copyright@fao.org

© FAO 2009

Prácticas de seguridad relativas a la estabilidad de buques pesqueros pequeños

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
DE PESCA
Y ACUICULTURA

517

por

Ari Gudmundsson

Oficial de industrias pesqueras (buques)

Servicio de Tecnología Pesquera

División de Productos e Industria de la Pesca

Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO

Roma

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACIÓN

Roma, 2009

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN 978-92-5-306202

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al:

Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica
División de Comunicación

FAO

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia

o por correo electrónico a:

copyright@fao.org

© FAO 2009

Preparación de este documento

El presente documento ha sido preparado por Ari Gudmundsson, Oficial de industrias pesqueras (buques), Servicio de Tecnología Pesquera, División de Productos e Industria de la Pesca, Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Este documento tiene en cuenta la experiencia de la FAO, del autor de este trabajo y de los resultados de un curso de la FAO sobre estabilidad de los buques pesqueros, realizado en Sri Lanka de conformidad con el Proyecto de Cursos de Capacitación Personalizados (CCP) de FishCode, financiado por el Gobierno de Islandia. Dicho curso se llevó a cabo en colaboración con el Programa de formación de la pesca de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU-FTP), con base en Islandia, donde se utilizó como material de referencia una versión preliminar de este documento.

Algunas de las ilustraciones que se usan en este trabajo fueron originalmente preparadas por otros organismos, los cuales se detallan a continuación, mientras que otras de ellas fueron realizadas por Magda Morales. La FAO agradece a las siguientes instituciones la información e ilustraciones aportadas, las cuales han servido de ayuda en la preparación de este documento:

- National Fishing Industry Training Committee, Australia
- Icelandic Maritime Administration
- Norwegian Maritime Directorate
- United States Coast Guard
- Canadian Coast Guard
- Bay of Bengal Programme Intergovernmental Organization

El autor también desea agradecer a John Fitzpatrick, antiguo Director Interino de la División de las Industrias Pesqueras de la FAO, por su asesoramiento en lo que respecta a la preparación de esta publicación, y a Daniel Davy, ingeniero naval y consultor de la FAO, por su ayuda en el proceso de edición.

Resumen

Este documento presenta algunos principios básicos sobre estabilidad de buques pesqueros pequeños y proporciona simples directrices con respecto a las medidas que pueden tomar los tripulantes para mantener un nivel de estabilidad adecuado en sus embarcaciones. Sin embargo, este trabajo no se publica con la intención de ser considerado como un curso completo sobre estabilidad de buques pesqueros.

Esta publicación está dirigida a los pescadores y sus familias, así como a los armadores de buques pesqueros, constructores de embarcaciones, autoridades competentes y otras personas que estén interesadas en la seguridad de los buques pesqueros y los pescadores. Al mismo tiempo, puede servir de guía para aquellas personas encargadas de la formación en materia de seguridad de buques pesqueros. Se recomienda traducir y adaptar el contenido de conformidad con el público destinatario, a fin de que el texto esté en consonancia con las condiciones meteorológicas locales, los tipos de buques, los artes de pesca usados, etc.

Gudmundsson, A.

Prácticas de seguridad relativas a la estabilidad de buques pesqueros pequeños.

FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura. No. 517. Roma, FAO. 2009. 54p.

Índice

Preparación de este documento	iii
Resumen	iv
1. Introducción	1
2. Definiciones	3
Desplazamiento	3
Calado	3
Francobordo	3
Peso en rosca	4
Peso muerto	4
Masa de desplazamiento	4
Escora permanente	5
Escora	5
Equilibrio indiferente (escora de transición)	5
Gravedad	6
Centro de gravedad	6
Flotabilidad	7
Centro de carena	7
Estabilidad transversal	8
Metacentro	8
Porqué un buque pesquero se mantiene adrizado	9
Equilibrio	10
Altura metacéntrica	10
Equilibrio inestable	10
Equilibrio neutro	10
Buques «duros» y buques «blandos»	11
Peso en suspensión	12
Efecto de superficies libres	13
Estanquidad al agua y a la intemperie	15
Flotabilidad añadida para buques sin cubierta	16
Brazo adrizante	17
Curvas de estabilidad (curvas GZ)	19

Estabilidad dinámica	21
Cambios en la curva de estabilidad durante un viaje	22
3. Medidas de precaución	23
Superestructuras cerradas y dispositivos de cierre	23
Sujeción de material pesado	24
Almacenamiento de la captura	24
Efecto de los artes de pesca sobre la estabilidad	25
Efecto de superficies libres	26
Francobordo	26
Mar de aleta y de popa	27
Navegación sobre bancos de arena y desembarcos en la playa	28
Formación de hielo	30
Determinación de la estabilidad de los buques pequeños con la prueba del período de balance	31
4. Reformas en el buque	33
5. Criterios de estabilidad para buques pesqueros pequeños	35
6. Documentación relativa a la estabilidad	37
Guía de estabilidad	37
Curvas hidrostáticas	38
Curvas pantocarenas isoclinas	38
Condiciones operacionales	39
Curva de estabilidad	40
7. Referencias bibliográficas	43
Anexo 1 Ejemplos de símbolos usados en la documentación relativa a la estabilidad	45
Anexo 2 Términos y símbolos	47
Anexo 3 Prueba sobre estabilidad de buques pesqueros	49
Anexo 4 Documentación consultada	53

1. Introducción

La estabilidad es uno de los factores más importantes en la seguridad en su conjunto de todo buque pesquero. Sin menospreciar la importancia del equipo de salvamento, es necesario usar cualquier método posible para evitar que un buque zozobre, ya que la propia embarcación es el mejor bote salvavidas.

La estabilidad es la capacidad de un buque de volver a su posición de equilibrio adrizada después de una escora provocada por una fuerza externa como, por ejemplo, el viento, las olas o la tracción que ejercen los artes de pesca, y viene determinada por las características del buque, tales como las formas del casco, la distribución del peso y el funcionamiento de la embarcación. La estabilidad de un buque pesquero no es una condición constante y experimenta continuos cambios durante cada travesía y a lo largo de su vida activa. Una embarcación pesquera que sea originalmente estable puede convertirse en inestable debido a variaciones en las condiciones meteorológicas, la forma en que se carga y se opera, o a cambios en la distribución o el equipo de la misma.

No obstante, aunque este documento no tiene como objetivo ser considerado como un curso completo de formación, se hace hincapié en que proporciona una idea general sobre estabilidad de buques pesqueros pequeños. Por consiguiente, puede servir de ayuda a las autoridades competentes encargadas de establecer criterios de estabilidad, elaborar folletos sobre el tema y determinar métodos adecuados para realizar pruebas de estabilidad. Asimismo, también lo pueden usar los astilleros durante la construcción de nuevos buques, o después de realizar reparaciones o reformas en embarcaciones existentes. Además, el contenido de este trabajo podría servir de base en la elaboración de material didáctico relativo a la estabilidad de buques pesqueros para cursos dirigidos a inspectores de buques pesqueros, así como en la formación de pescadores, con particular énfasis en la seguridad operacional.

Es más, los armadores y posibles armadores de buques pesqueros que hagan uso de este documento alcanzarán un mejor conocimiento acerca de la importancia que tiene la estabilidad en lo que respecta al proyecto y funcionamiento de los mismos, y les podrá servir de ayuda a la hora de formalizar contratos de nuevas construcciones, reparaciones y posibles reformas en buques existentes. Igualmente, los armadores podrán utilizar este trabajo como referencia para elaborar procedimientos de seguridad operacional que la tripulación deberá seguir tanto en la mar como en puerto.

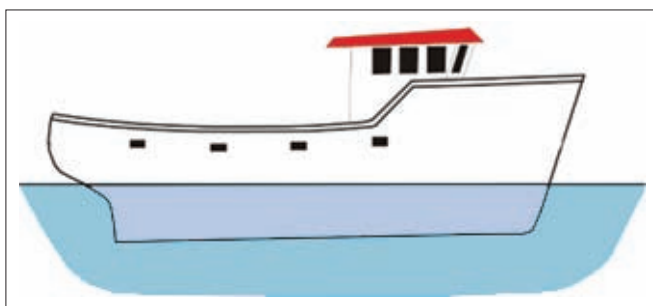
Y por último, aunque no por eso menos importante, los pescadores individuales y los colectivos de pescadores, así como sus familias, adquirirán un mejor conocimiento de la variedad de factores que pueden afectar la estabilidad de un

buque pesquero cuando se está preparando para zarpar, durante las operaciones de pesca y cuando descarga la captura en la mar o en puerto. Es posible que el capítulo que trata sobre medidas de precaución sea de particular interés para muchos pescadores que trabajan a pequeña escala, especialmente la sección relativa a la navegación sobre bancos de arena y desembarcos en la playa, los cuales son a menudo presenciados por las familias de los pescadores.

2. Definiciones

DESPLAZAMIENTO

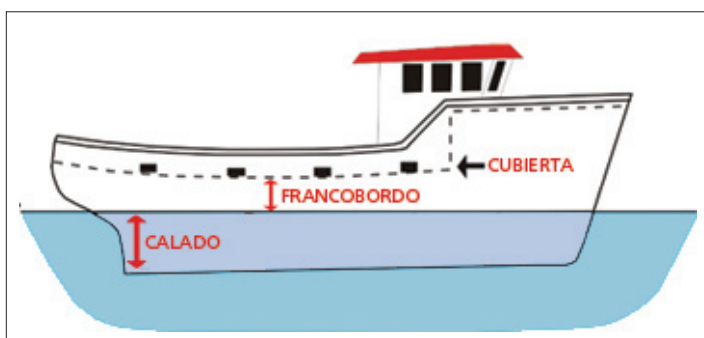
Principio de Arquímedes: Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado.



Para que un buque flote libremente en el agua, el peso de éste debe ser igual al peso del volumen de agua que desplaza.

El desplazamiento es el volumen de agua que el buque desplaza.

CALADO

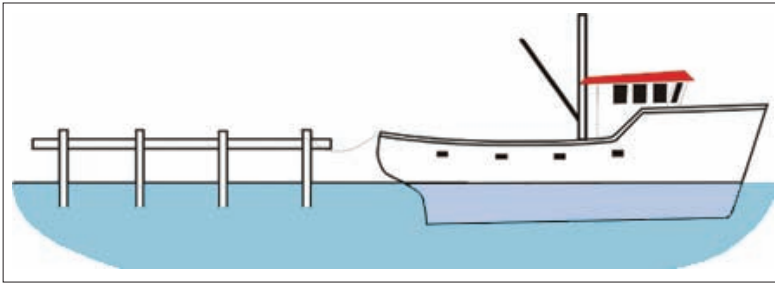


El calado denota la profundidad de agua necesaria para que un buque flote libremente y se mide verticalmente desde la parte inferior de la quilla hasta la línea de flotación.

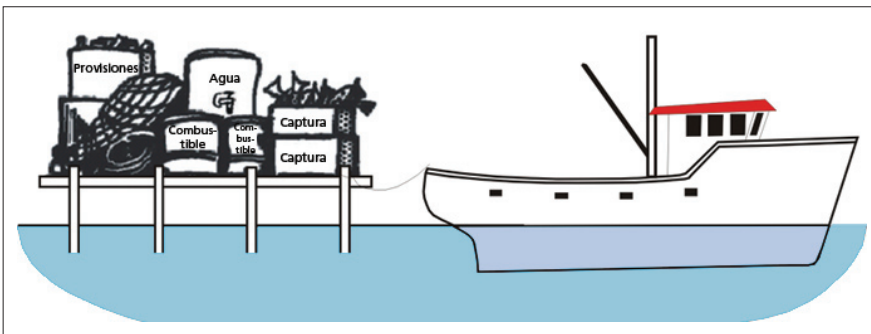
FRANCOBORDO

El francobordo es la distancia vertical que media entre la cara inferior de la cubierta de trabajo en el costado hasta la línea de flotación.

PESO EN ROSCA

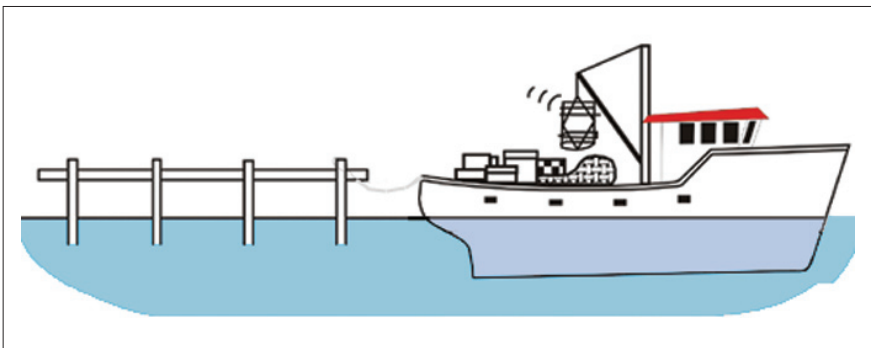


El peso en rosca es el peso real de un buque cuando está terminado y listo para servicio, pero se encuentra vacío.



PESO MUERTO

El peso muerto es el peso real en toneladas que un buque puede transportar cuando está cargado hasta el calado máximo admisible (incluyendo combustible, agua dulce, suministros, captura y tripulación).



MASA DE DESPLAZAMIENTO

La masa de desplazamiento es el peso total del buque, es decir:

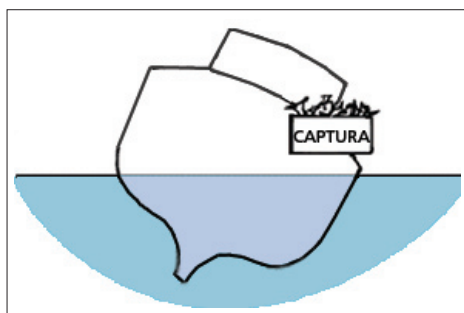
$$\text{Peso en rosca} + \text{Peso muerto} = \text{Masa de desplazamiento}$$

ESCORA PERMANENTE

Se dice que un buque tiene una escora permanente cuando se encuentra inclinado debido a fuerzas dentro del mismo, como por ejemplo, el movimiento de un peso en su interior.

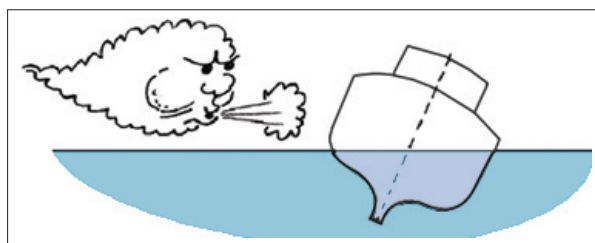
La escora permanente produce una reducción en la estabilidad del buque.

Cuando se corrige una escora permanente incrementando la masa de desplazamiento, el peso adicional deberá ir colocado en la parte más baja posible del buque.



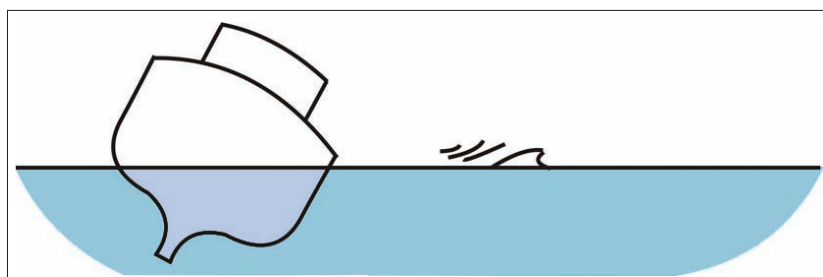
ESCORA

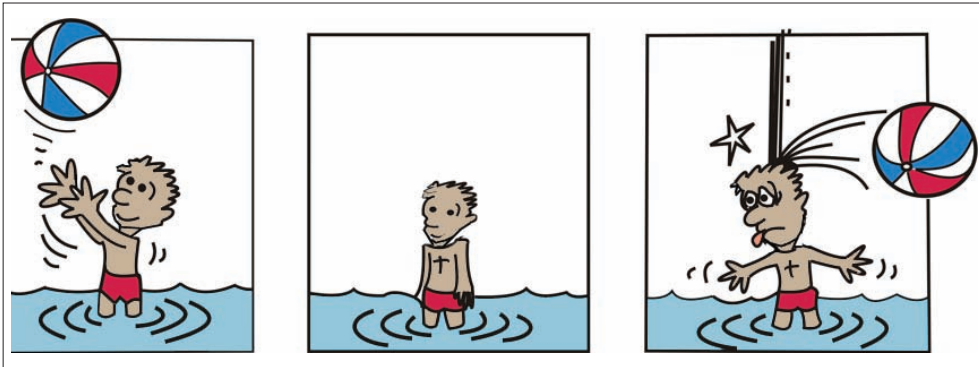
Se dice que un buque está escorado cuando se inclina debido a una fuerza externa, como por ejemplo, las olas o el viento.



EQUILIBRIO INDIFERENTE (ESCORA DE TRANSICIÓN)

El término «equilibrio indiferente» describe el estado de un buque que es inestable cuando está adrizado y se estabiliza a un ángulo con respecto a la posición de adrizado hacia un costado u otro. Si una fuerza externa, tal como una ola o una ráfaga de viento, provoca un cambio en dicho estado, el buque flotará al mismo ángulo hacia el costado contrario. Existe bastante disparidad entre el equilibrio indiferente y la escora o la escora permanente, ya que éste viene causado por circunstancias distintas y es necesario usar otras medidas para contrarrestarlo. Por lo tanto, es muy importante que los pescadores sean capaces de distinguir la diferencia entre estos términos (véase, también, la sección sobre equilibrio inestable en la página 10).

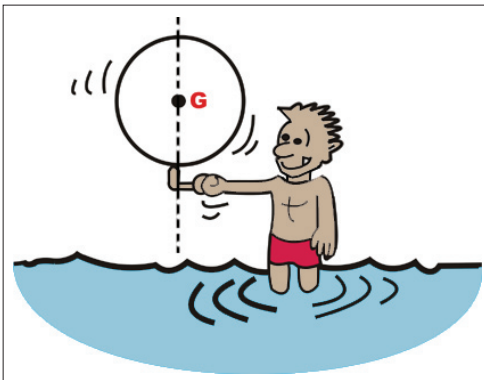




GRAVEDAD

«Todo lo que sube tiene que bajar».

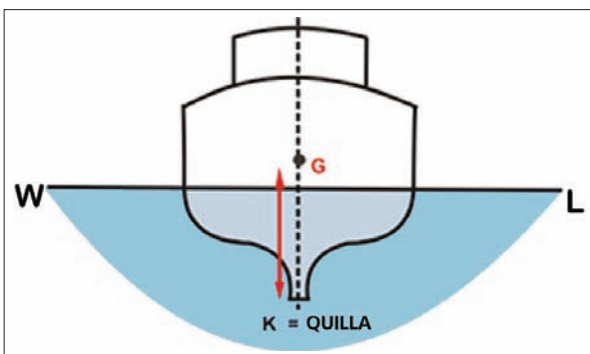
Una pelota que se lanza al aire, desciende enseguida como consecuencia de la fuerza de la gravedad terrestre.

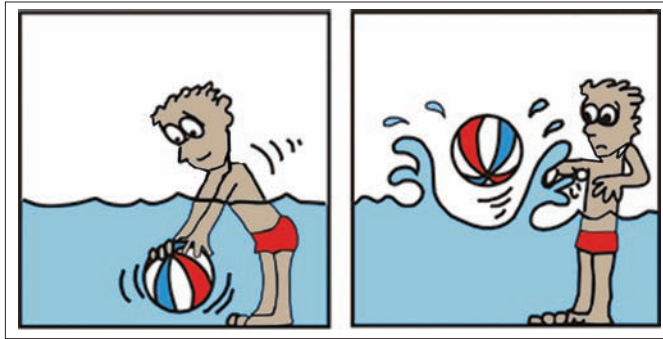


CENTRO DE GRAVEDAD

El centro de gravedad es el punto (G) en que se supone que el peso total de un cuerpo actúa verticalmente hacia abajo.

El centro de gravedad de un buque depende de la distribución del peso dentro del mismo y su posición se puede encontrar realizando una prueba de estabilidad o mediante cálculo matemático. La posición del centro de gravedad (G) se mide verticalmente desde un punto de referencia, que, por lo general, es la quilla del buque (K), y la distancia entre estos dos puntos se denomina KG.





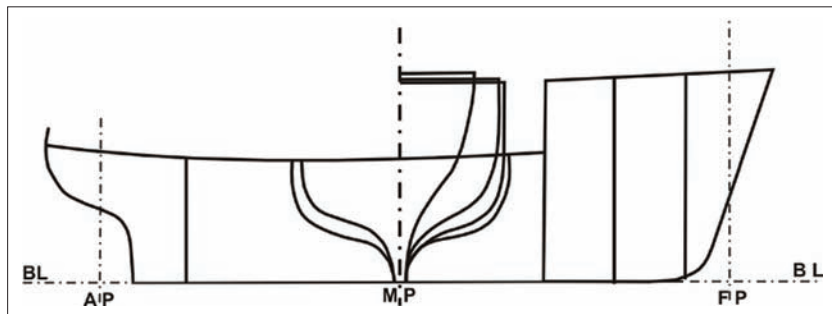
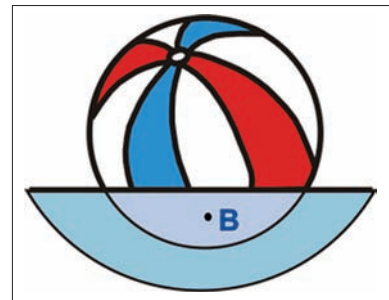
FLOTABILIDAD

Si se empuja una pelota dentro del agua, enseguida volverá a aparecer en la superficie. La fuerza que ocasiona este fenómeno se denomina flotabilidad.

Cuando un buque flota libremente, su flotabilidad es igual a la masa de desplazamiento (véase el Principio de Arquímedes en la página 3).

CENTRO DE CARENA

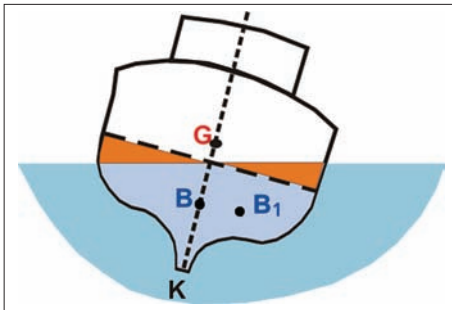
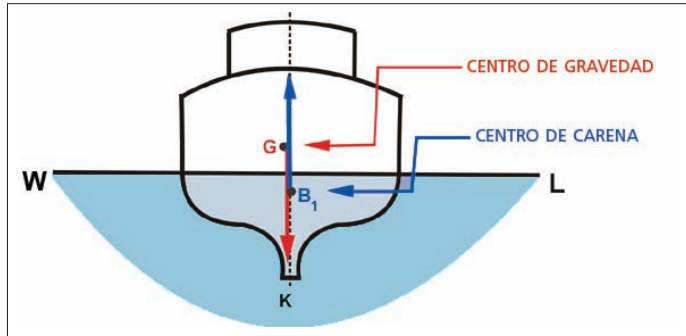
Se considera que el centro de carena (**B**) se encuentra en el punto a través del cual el empuje de flotabilidad actúa verticalmente hacia arriba. Dicho punto se encuentra en el centro geométrico de la sección sumergida del buque.



Cuando se conoce la forma del casco de un buque, el proyectista, que es a menudo un ingeniero naval, puede calcular el centro de carena (**B**) para las distintas combinaciones de desplazamiento, asiento y escora.

ESTABILIDAD TRANSVERSAL

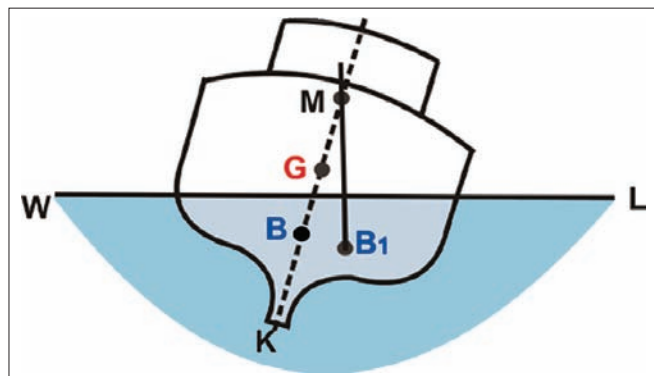
Cuando un buque se encuentra adrizado (en posición de equilibrio) en aguas tranquilas, el centro de carena (fuerza ascendente) y el centro de gravedad (fuerza descendente) se encuentran en la misma línea vertical por encima de la quilla (K).



Si el buque está inclinado debido a una fuerza externa (es decir, sin que exista ningún movimiento del peso interno), se produce una cuña de emersión a un costado del mismo y otra cuña de inmersión de similar tamaño al otro costado. Como consecuencia, el centro de carena, que es el centro de la sección sumergida del buque, cambiará de posición del punto B al B₁.

METACENTRO

El metacentro (M) es el punto de intersección de las líneas verticales trazadas desde el centro de carena a pequeños ángulos de escora consecutivos, y se puede equiparar a un eje central cuando el buque está inclinado a pequeños ángulos de escora. Su altura se mide desde el punto de referencia (K) y, por consiguiente, se denomina KM.

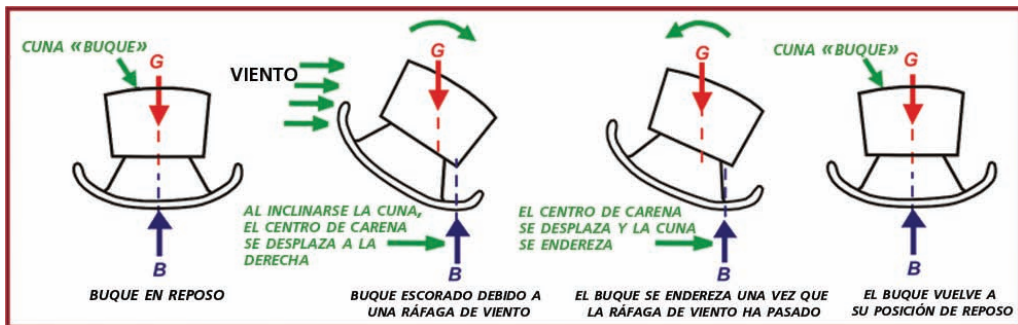


PORQUÉ UN BUQUE PESQUERO SE MANTIENE ADRIZADO

Otra forma de entender las razones por las que un buque se mantiene adrizado es imaginar el balanceo de la cuna de un bebé, como se muestra en la figura siguiente. El buque pesquero (peso) está representado por la cuna y su centro de gravedad (**G**) se encuentra cerca del centro de ésta. El «empuje de flotabilidad» que soporta la cuna se representa por el balancín que se apoya en el suelo y el centro de carena (**B**) se encuentra en el punto donde el balancín hace contacto con el suelo.

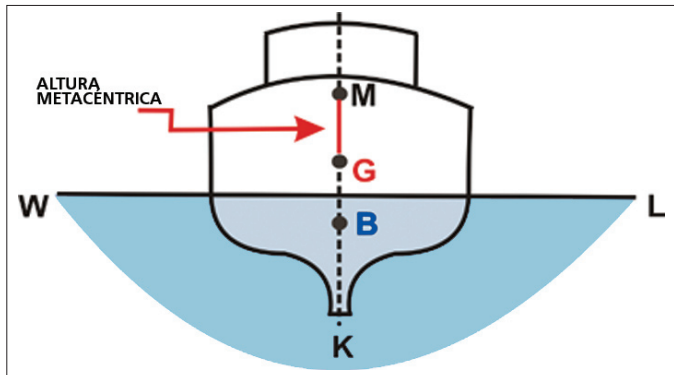
De la misma forma que ocurre con un buque pesquero, el centro de gravedad (**G**) de la cuna (buque) se encuentra por encima del balancín, es decir, el centro de carena (**B**). La perturbación más pequeña (viento u olas) provoca que la cuna (buque) se balancee (escore) hacia un costado.

Cuando la cuna (buque) se balancea hacia un costado, el punto donde el balancín toca el suelo (centro de carena (**B**)) se desplaza hacia afuera, lo cual es necesario que ocurra a fin de mantener la cuna (buque) en posición de equilibrio. Este cambio del centro de carena (**B**) es el que permite que un buque pesquero vuelva a la posición de adrizado después de haber sido escorado por una fuerza externa.



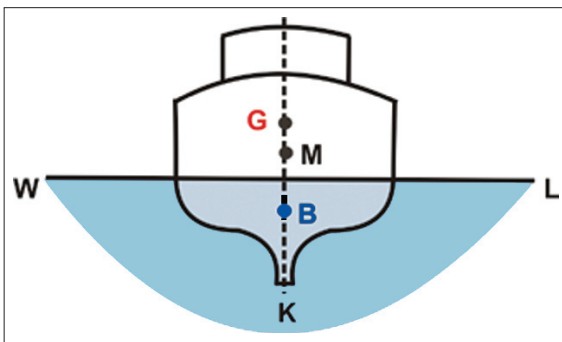
EQUILIBRIO

Se dice que un buque se encuentra en equilibrio estable si tiende a volver a la posición de adrizado después de estar inclinado. Para que esto ocurra, el centro de gravedad (G) deberá encontrarse por debajo del metacentro (M).



ALTURA METACÉNTRICA

La distancia entre G y M se conoce como la altura metacéntrica (GM). Un buque estable en posición de adrizado tiene una altura metacéntrica (GM) positiva, es decir, el metacentro (M) se encuentra por encima del centro de gravedad (G). Por lo general, esta magnitud se denomina altura GM positiva o estabilidad inicial positiva.

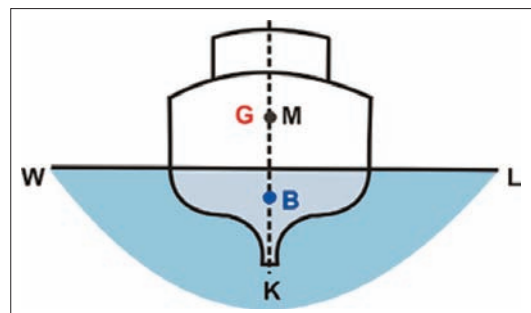


EQUILIBRIO INESTABLE

Si el centro de gravedad (G) de un buque se encuentra por encima del metacentro (M), se dice que éste tiene una altura GM negativa o una estabilidad inicial negativa. Una embarcación en este estado muestra un equilibrio indiferente, es decir, flota a un ángulo con respecto de la posición de equilibrio hacia un costado u otro, y está en peligro de zozobrar (véase, también, la sección sobre equilibrio indiferente en la página 5).

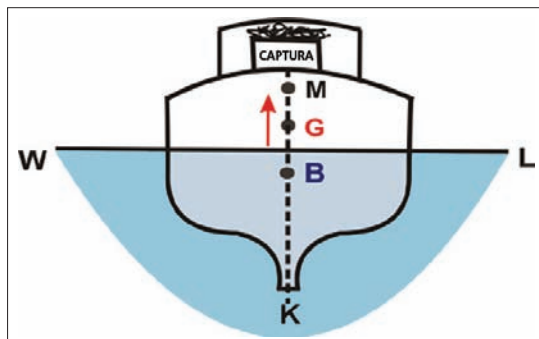
EQUILIBRIO NEUTRO

Cuando la posición del centro de gravedad (G) de un buque coincide con el metacentro (M), se dice que éste se encuentra en equilibrio neutro (GM_0) y, si la embarcación se inclinara a un ángulo pequeño de escora, tenderá a mantenerse en esta posición.



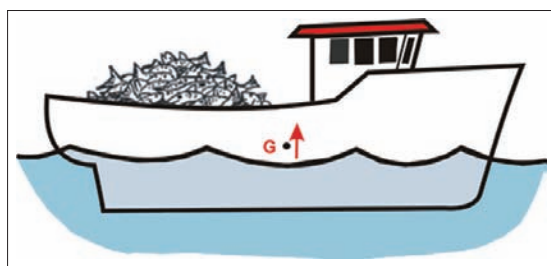
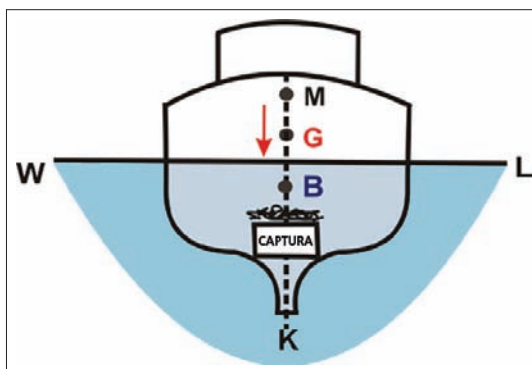
BUQUES «DUROS» Y BUQUES «BLANDOS»

Cuando se añade peso a un buque, su centro de gravedad (G) se mueve siempre en la dirección del peso añadido.



Si el peso se añade a nivel de la cubierta, la posición del centro de gravedad (G) del buque asciende, lo que provoca una disminución de la altura metacéntrica (GM) y, por consiguiente, de la estabilidad. Se dice que un buque es «blando» cuando su altura metacéntrica es muy pequeña o igual a cero.

Cualquier peso que se añade en la parte baja del buque provocará un descenso del centro de gravedad (G) y, por lo tanto, aumentará la altura metacéntrica (GM) del mismo. Se dice que un buque es «duro» cuando tiene una gran altura metacéntrica.

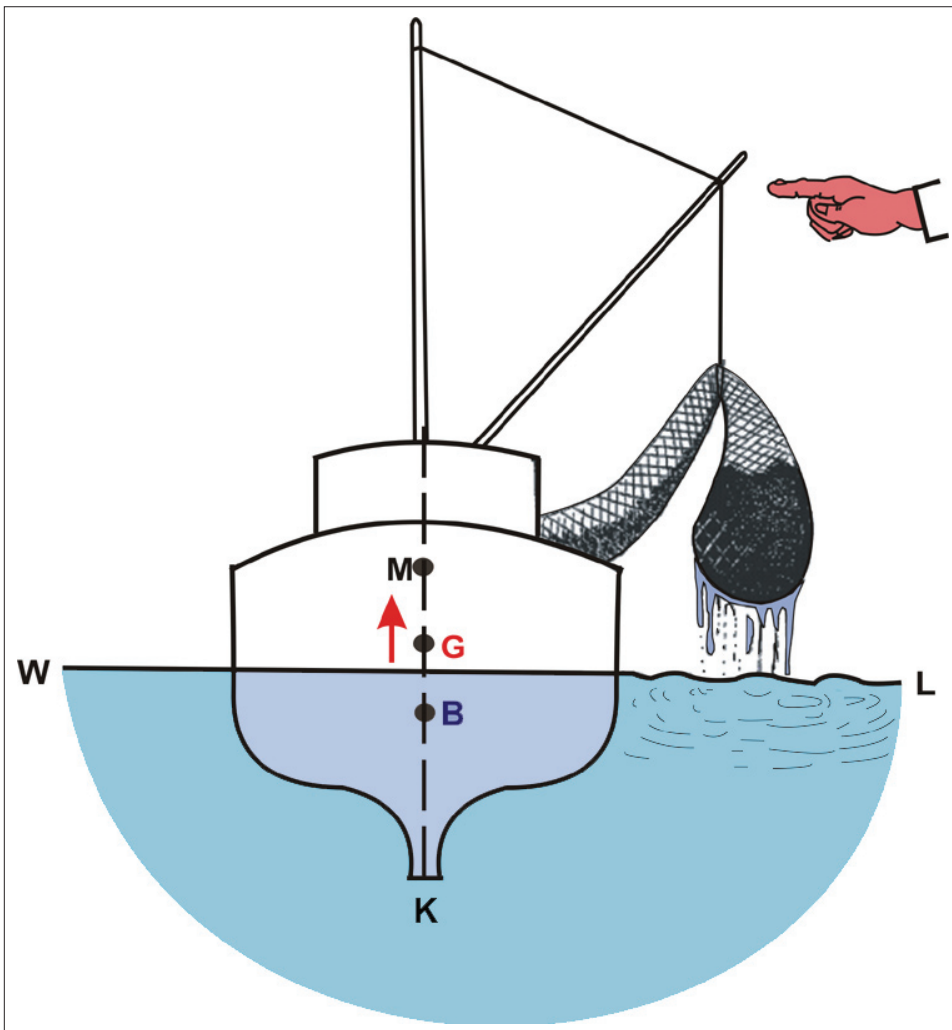


Las cargas pesadas deberán colocarse siempre lo más bajo posible y la captura no deberá transportarse normalmente en la cubierta, ya que el centro de gravedad (G) del buque ascenderá y la altura metacéntrica (GM) disminuirá, lo que incrementará la posibilidad de zozobrar.

Un buque «duro» tiende a ser comparativamente difícil de escorar y se balanceará de un costado a otro con rapidez y, quizás, de manera violenta.

Un buque «blando» es mucho más fácil de inclinar y no tenderá a volver rápidamente a la posición de adrizado, a la vez que el período de balance de una banda a la otra será comparativamente mayor. No es conveniente que una embarcación se encuentre en este estado, por lo que se deberá corregir bajando el centro de gravedad (G) (véase, también, la sección de pruebas del período de balance en la página 31).

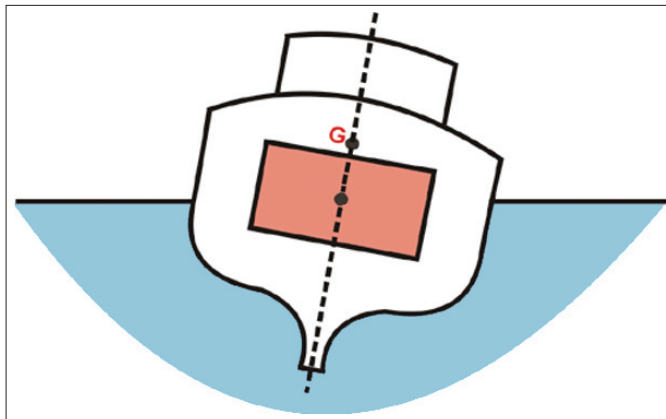
PESO EN SUSPENSIÓN



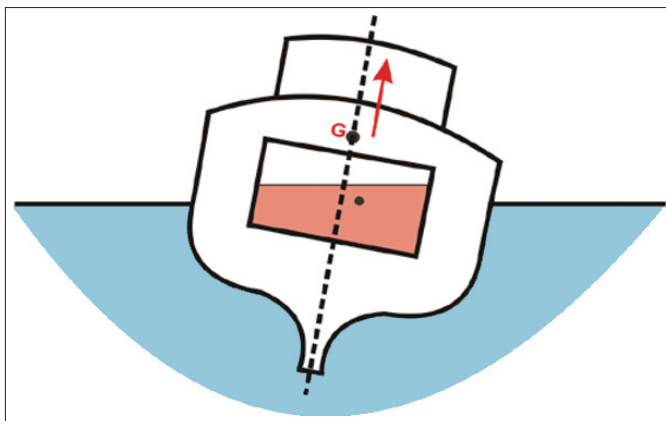
Se considera que el centro de gravedad de un peso en suspensión actúa en el punto en el que está suspendido. Por lo tanto, una red izada por encima del agua tiene el mismo efecto sobre el centro de gravedad (G) del buque que si estuviera realmente en el tope de la pluma.

Si dicho peso no se encuentra en el eje longitudinal, ejercerá también una fuerza escorante sobre el buque y es posible que, en circunstancias desfavorables, provoque que éste zozobre.

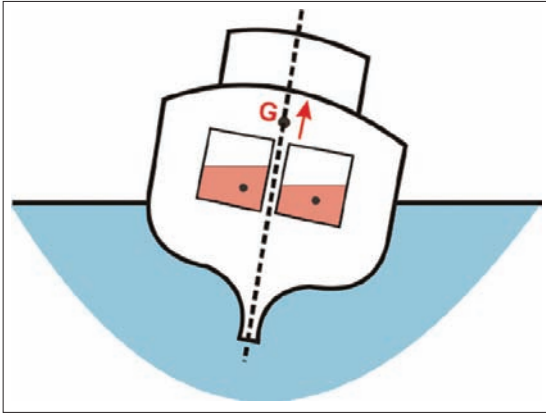
EFFECTO DE SUPERFICIES LIBRES



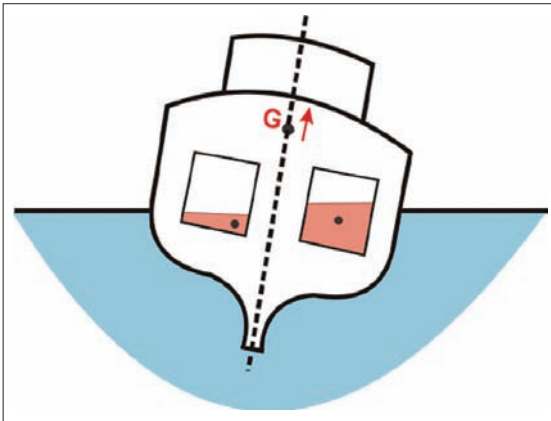
Cuando un buque con un tanque lleno está escorado, el líquido que lleva en el tanque actúa como una masa sólida. El centro de gravedad de dicho líquido, que se encuentra en el centro de su volumen, permanece constante y, por consiguiente, no causa ningún cambio en el centro de gravedad (**G**) del buque, o su altura metacéntrica (**GM**), conforme el buque se escora.



Cuando un buque con un tanque parcialmente lleno está escorado, el líquido intentará permanecer paralelo a la línea de flotación y su centro de gravedad, que se encuentra en el centro de su volumen, se moverá con el líquido, pudiendo afectar la estabilidad de la embarcación de forma considerable. Este efecto es similar al provocado cuando se añade peso en la cubierta, lo cual hace que el centro de gravedad (**G**) se eleve y, a su vez, que la altura metacéntrica (**GM**) y, por consiguiente la estabilidad, disminuyan.



Los tanques parcialmente llenos tienen el efecto más desfavorable sobre la altura metacéntrica (GM) de un buque escorado. Si se divide el tanque en dos partes iguales usando un mamparo estanco se reducirá dicho efecto negativo hasta en un 75 por ciento, comparado con un tanque sin compartimentar.



Se deberá tener cuidado al tratar de corregir una escora permanente mediante el llenado de tanques, ya que, el hecho de tener dos tanques parcialmente llenos causará un efecto adicional de superficies libres. Si es posible que la escora permanente del buque esté provocada por una situación de equilibrio indiferente, se recomienda que el tanque del costado bajo se llene antes de comenzar a llenar el tanque en el costado alto (véase, también, la sección sobre equilibrio indiferente en la página 5).

El efecto de superficies libres no solamente viene provocado por tanques parcialmente llenos, sino que también influyen otras circunstancias como, por ejemplo, la acumulación de agua en cubierta. A fin de permitir que el agua desaparezca rápidamente, un buque deberá disponer de portas de desagüe adecuadas. Los tabloncillos para encajonar el pescado en cubierta deberán estar colocados de forma que el agua pueda fluir fácilmente hacia las portas de desagüe, las cuales nunca deberán estar obstruidas.

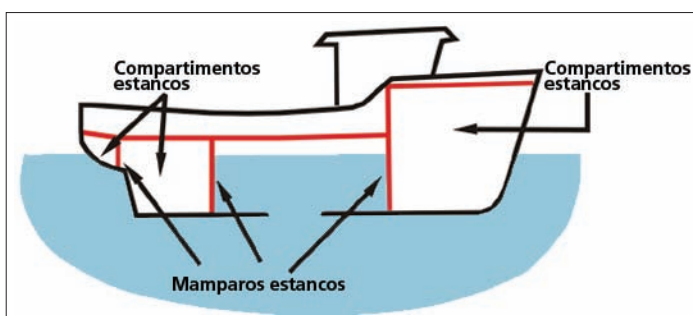
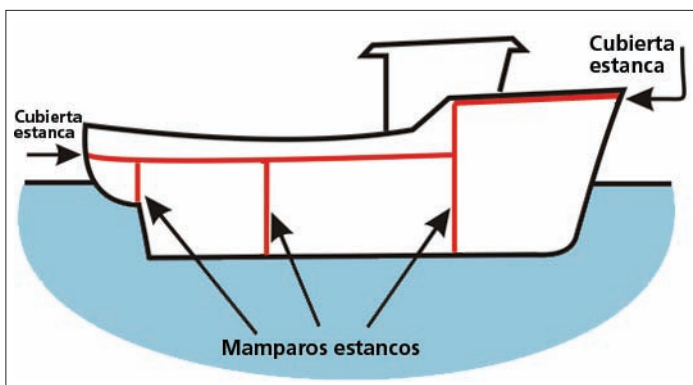
Los tanques antibalace tienen un efecto de superficies libres que disminuye la altura metacéntrica (GM) del buque y, por consiguiente, es necesario vaciarlos siempre cuando ésta disminuya y, en particular, siempre que exista riesgo de acumulación de hielo.

El número de tanques parcialmente llenos debe ser siempre el mínimo, ya que los tanques que están completamente llenos o completamente vacíos no contribuyen al efecto de superficies libres y, por lo tanto, no reducen la altura metacéntrica (GM) del buque.

ESTANQUIDAD AL AGUA Y A LA INTEMPERIE

El casco del buque debe ser estanco para prevenir que el agua entre en el mismo. Los dispositivos de cierre de aberturas, por las que el agua pueda entrar en el casco y la superestructura, deberán mantenerse cerrados en condiciones meteorológicas adversas. Esto se aplica a puertas, escotillas y otras aberturas de cubierta, conductos de ventilación, tubos de aireación, sondas, portillos, ventanas, y puntos de toma y descarga. Es necesario mantener todos estos dispositivos en perfectas condiciones.

A menudo, los buques se subdividen en compartimentos por medio de mamparos para minimizar los efectos del paso del agua de una parte a otra del buque.



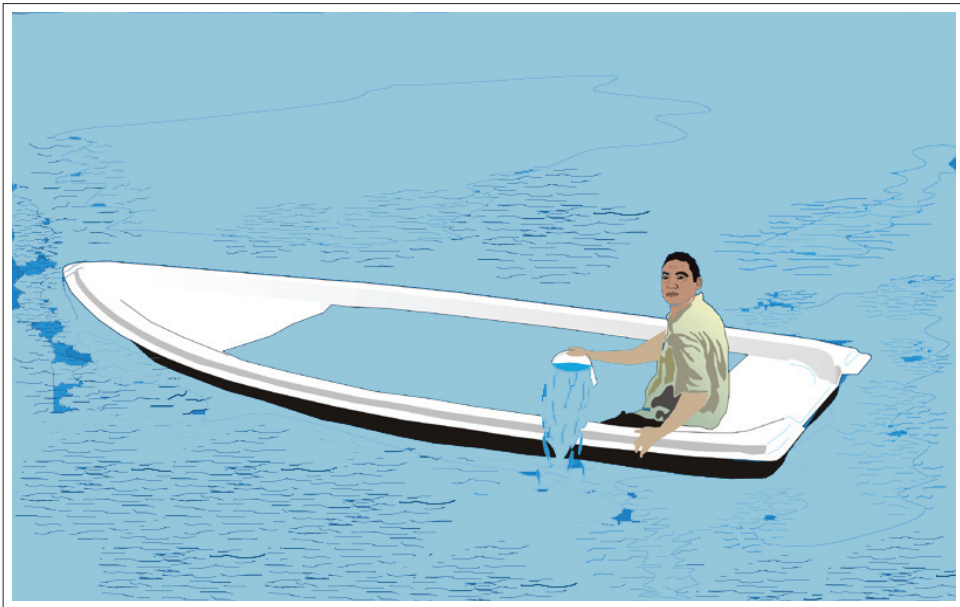
El término «estanco» significa que una estructura se proyecta y construye para soportar una altura de agua estática sin que haya fugas. El agua, o cualquier otro líquido, no puede circular hacia dentro o hacia fuera de la estructura de ninguno de los compartimentos estancos, es decir, se impide el paso del agua en cualquier dirección. El casco del buque, la cubierta de trabajo (cubierta de intemperie) y los mamparos entre los compartimentos deberán ser estancos. Los mamparos estancos se prolongarán hasta la cubierta de trabajo y cualquier abertura en ellos estará dotada de dispositivos de cierre estancos.

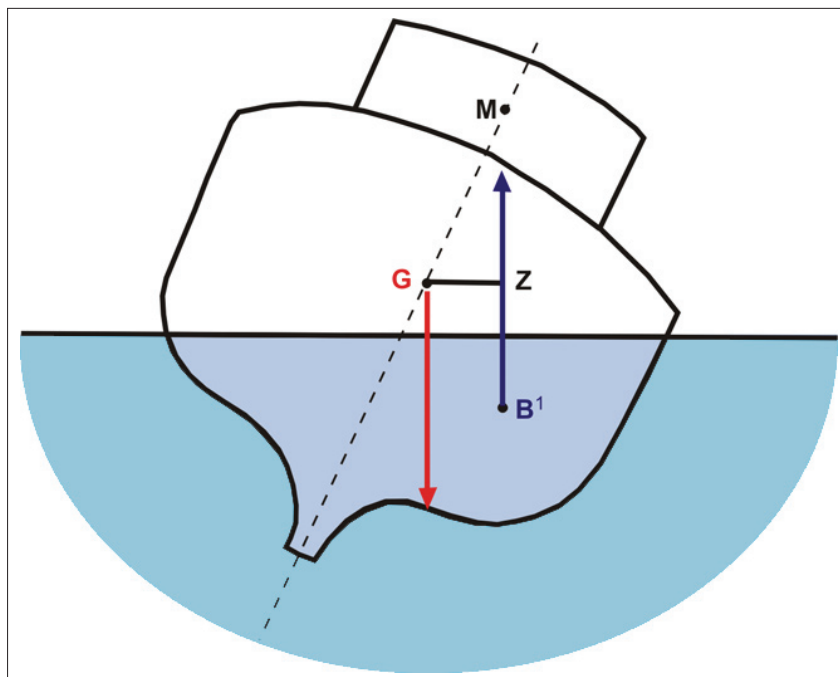
El término «estanco a la intemperie» significa que, cualquiera que sea el estado de la mar, el agua no penetrará en el buque, o sea, se impide el paso del agua en una dirección solamente. Es necesario que las escotillas, portillos y ventanas estén dotados de dispositivos de cierre estancos a la intemperie, así como las puertas y otras aberturas en superestructuras cerradas.

FLOTABILIDAD AÑADIDA PARA BUQUES SIN CUBIERTA

Los buques sin cubierta, al carecer de una cubierta estanca fija, no tienen la estanquidad al agua y a la intemperie de las embarcaciones con cubierta. La seguridad de estos buques se puede mejorar de manera considerable si se instalan compartimentos de flotabilidad cerrados y llenos de material sólido flotante.

Es necesario que dichos compartimentos estén distribuidos de manera que la embarcación se mantenga a flote, con la quilla a nivel y sin escora permanente, para facilitar el achique incluso cuando la embarcación esté completamente inundada.



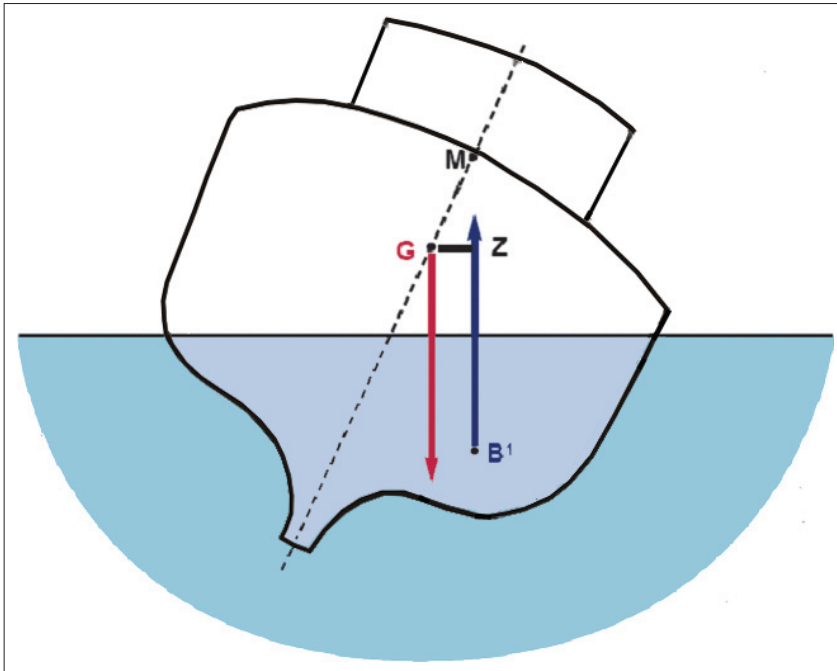
BRAZO ADRIZANTE

Cuando un buque está escorado debido a una fuerza externa, se considera que su centro de gravedad (**G**), el cual no se ve afectado por la escora ni el peso de la embarcación, actúa verticalmente hacia abajo a través de **G**. El centro de carena (**B**) (centro geométrico de la sección sumergida) se desplaza a una nueva posición **B¹** y el empuje de flotabilidad (equivalente al peso del agua desplazada) se considera que actúa verticalmente hacia arriba a través del nuevo centro de carena **B¹**.

La distancia horizontal desde el centro de gravedad (**G**) a la línea vertical que parte desde **B¹** se denomina **brazo adrizante**. Dicha distancia se puede medir y normalmente se denomina **GZ**.

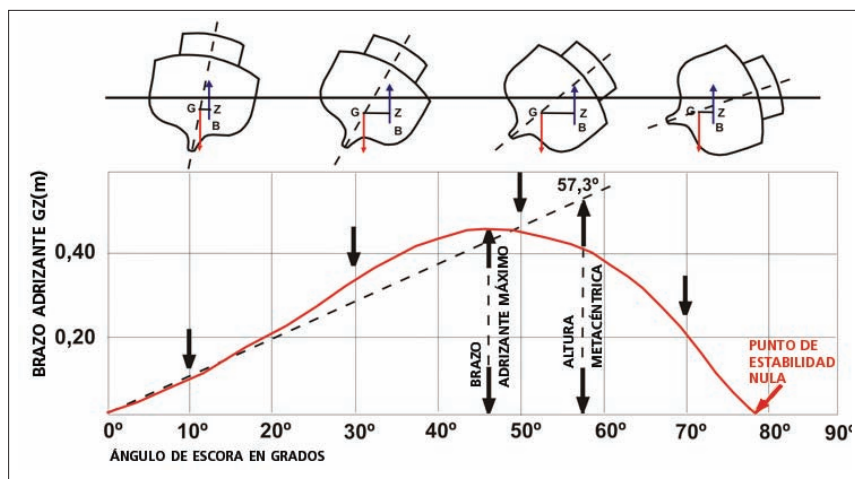
Por consiguiente, la fuerza necesaria para que el buque vuelva a la posición de adrizado es el peso de éste actuando hacia abajo a través del centro de gravedad (**G**), multiplicado por el valor del brazo adrizante (**GZ**). Esta fuerza se denomina **momento de estabilidad estática**.

El centro de gravedad (G) del buque ejerce un efecto notable sobre el brazo adrizante (GZ) y, por consiguiente, sobre la capacidad del buque de volver a la posición de adrizado. Cuanto más bajo se encuentre el centro de gravedad (G), mayor será el valor del brazo adrizante (GZ).



Si el centro de gravedad (G) del buque se encuentra cerca del metacentro (M), los valores de la altura metacéntrica (GM) y el brazo adrizante (GZ) serán bajos. Por lo tanto, el momento de estabilidad estática para volver el buque a la posición de adrizado será considerablemente menor que el mostrado en la ilustración anterior.

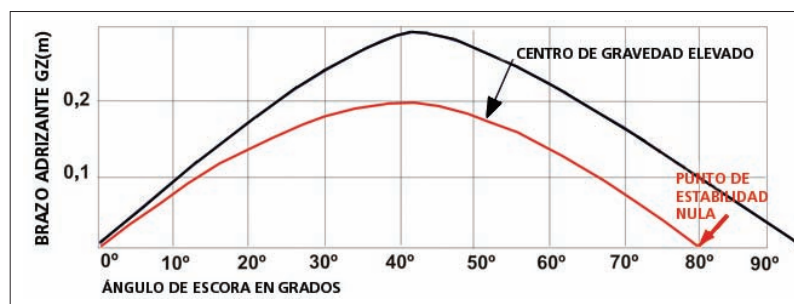
CURVAS DE ESTABILIDAD (CURVAS GZ)



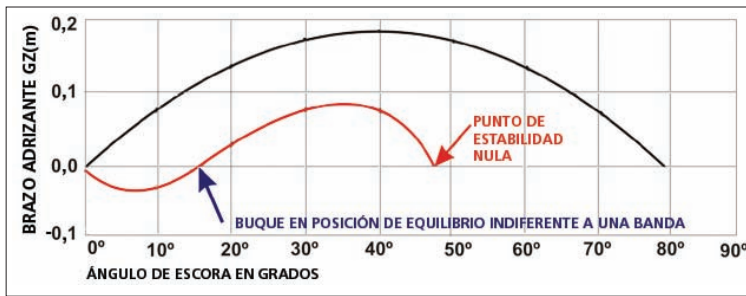
Las curvas de estabilidad (curvas GZ) se usan para mostrar gráficamente los valores de los brazos de estabilidad (GZ) producidos por el movimiento de un buque al volver a la posición de equilibrio desde varias condiciones de escora. Dichas curvas tienen varias características generales y es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- la altura metacéntrica (GM);
- el valor máximo del brazo adrizante (GZ); y
- el punto de estabilidad nula.

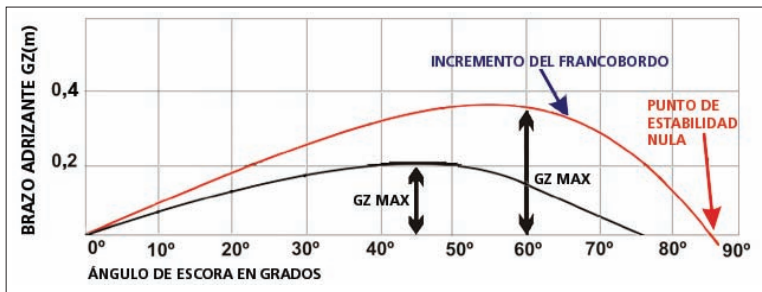
El perfil de las curvas de brazos adrizantes depende de las formas del casco y la carga del buque. Dicho perfil a pequeños ángulos de escora sigue generalmente la pendiente de la línea trazada hasta la altura metacéntrica (GM) inicial. A este respecto, el francobordo y la relación entre la manga y el puntal del buque también son muy importantes.



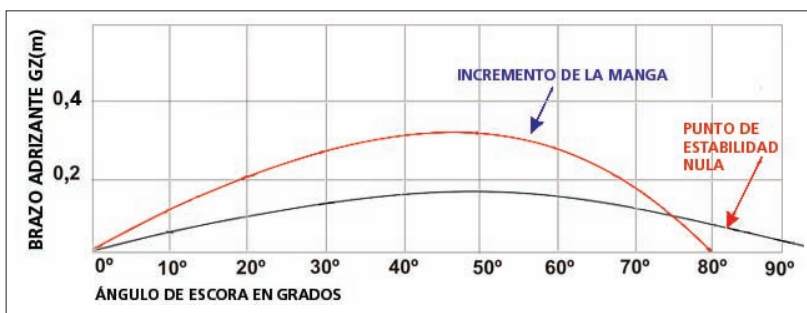
Una elevación del centro de gravedad (G) del buque provoca una disminución de la altura metacéntrica (GM) y, consecuentemente, valores más pequeños de los brazos adrizantes (GZ).



Si el centro de gravedad (G) del buque se encuentra por encima del metacentro (M), la embarcación se encuentra en una posición de equilibrio inestable, registra una altura GM negativa y no es capaz de mantenerse adrizado. En este caso, el buque volcará o flotará a un ángulo con respecto a la posición de adrizado hacia un costado (véase, también, la sección sobre equilibrio indiferente en la página 5).



Un buque que lleva poca carga tendrá mayor francobordo y los valores del brazo adrizante (GZ) serán generalmente mayores. Asimismo, el punto de estabilidad nula también estará más alto, es decir, el buque tendrá mayor capacidad de volver a la posición de adrizado después de haber estado sometido a grandes ángulos de escora.



Las formas del casco de un buque constituyen un factor importante a la hora de determinar las características de su estabilidad. Un incremento en la manga originará valores más altos de las alturas metacéntricas (GM) y brazos adrizantes (GZ), aunque el punto de estabilidad nula será menor, es decir, el buque volcará a un ángulo de escora **menor**.

ESTABILIDAD DINÁMICA

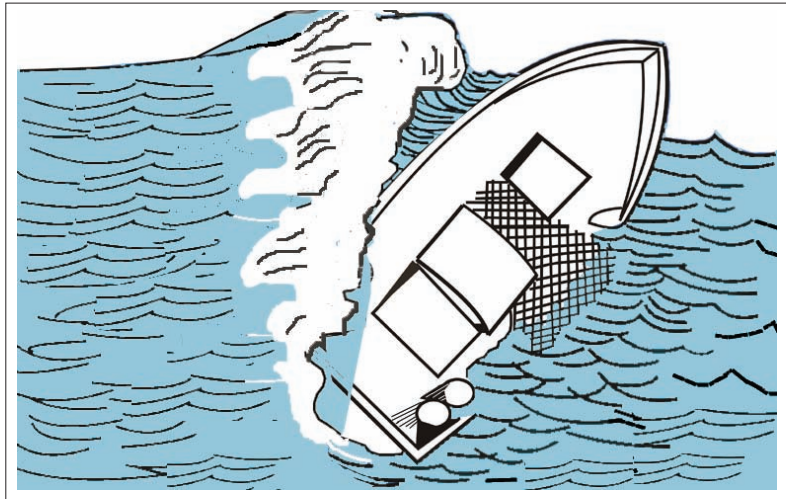
Este factor describe las características de estabilidad de un buque cuando está en movimiento, especialmente cuando se balancea, y es la energía necesaria para inclinar una embarcación hasta un determinado ángulo de escora y contrarrestar, así, el **momento de estabilidad estática**.

La estabilidad dinámica se puede determinar midiendo el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva **GZ**) hasta un determinado ángulo de escora. Cuanto mayor sea el área, mejor será la estabilidad dinámica.

Las olas son la fuerza externa más común que provoca la escora de un buque. Las olas de pendiente pronunciada y poca longitud entre crestas, especialmente las rompientes, son las más peligrosas para los buques pequeños.

La relación entre la estabilidad dinámica de un buque y la energía de las olas es compleja y depende de ciertos factores como, por ejemplo, de la velocidad y rumbo del buque en relación con la velocidad y dirección de la ola. Sin embargo, por lo general, cuanto más pequeño sea el buque, más pequeñas serán las olas a las que se puede enfrentar.

El patrón deberá mantenerse informado de la predicción del tiempo, a fin de tener tiempo suficiente para evitar navegar en condiciones atmosféricas que puedan amenazar la seguridad del buque.

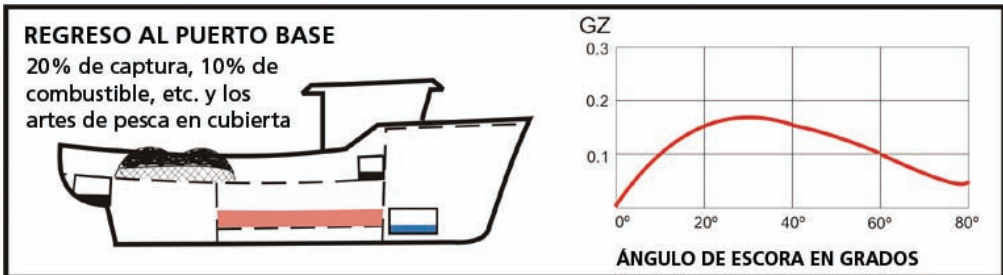
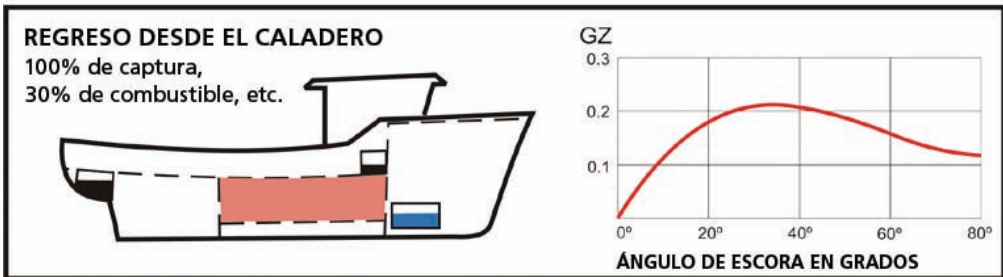
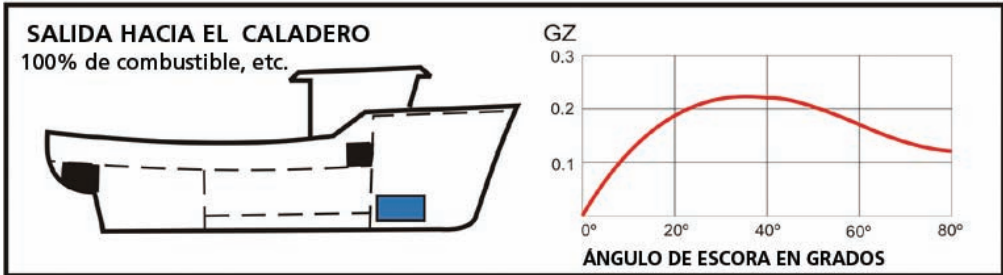


CAMBIOS EN LA CURVA DE ESTABILIDAD DURANTE UN VIAJE

La estabilidad de un buque pesquero cambia constantemente durante un viaje, dependiendo de las condiciones de carga y operacionales.

Las cifras siguientes muestran curvas de estabilidad típicas para diferentes condiciones operacionales.

■ AGUA ■ COMBUSTIBLE ■ CAPTURA



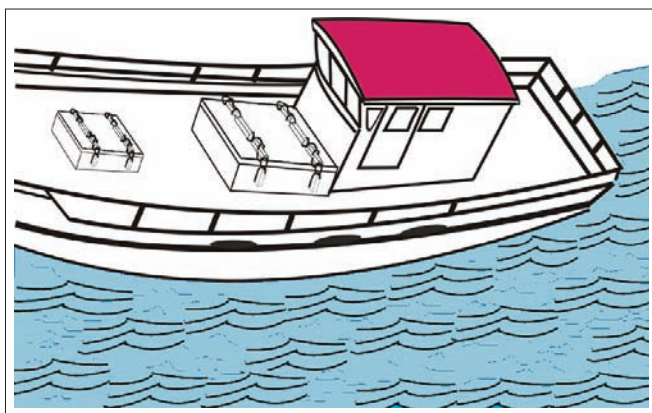
3. Medidas de precaución

En las siguientes secciones se ilustran algunas medidas de precaución que se pueden tomar para asegurar la estabilidad de los buques pesqueros.

SUPERESTRUCTURAS CERRADAS Y DISPOSITIVOS DE CIERRE

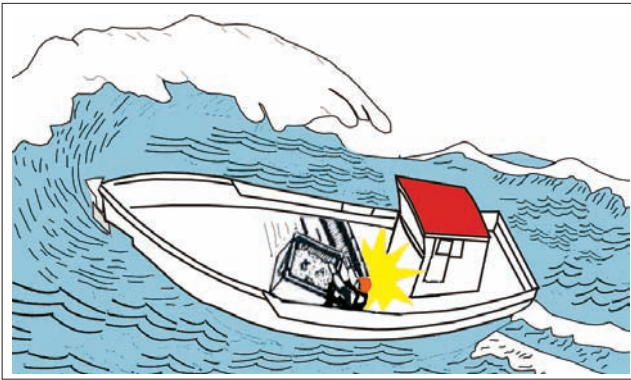
Todas las escotillas, umbrales, portillos, tapas ciegas, conductos de ventilación y otras aberturas a través de las que pueda entrar agua en el casco o en la superestructura, castillo, etc., se mantendrán cerradas en condiciones meteorológicas adversas.

Por lo tanto, todos los dispositivos para cerrar y asegurar dichas aberturas se mantendrán en buen estado y se revisarán periódicamente.



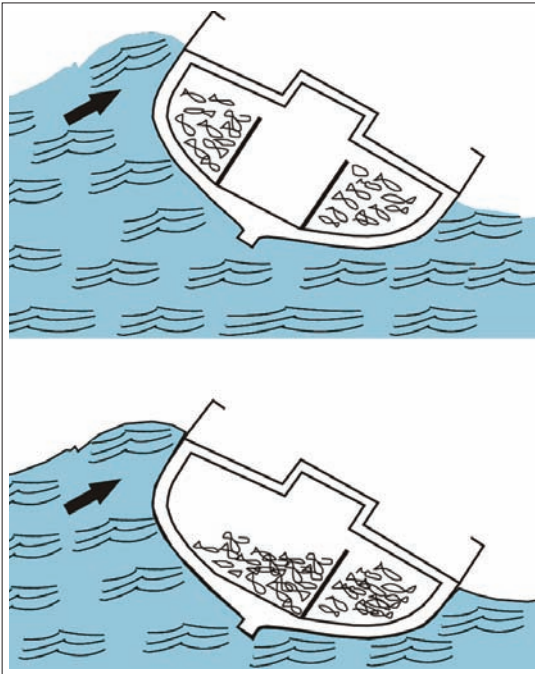
Cuando un buque está escorado a un gran ángulo debido a una fuerza externa, las superestructuras cerradas constituyen una parte considerable de su flotabilidad y, por lo tanto, de su capacidad para volver a la posición de adrizado, como se muestra en el dibujo más arriba. A fin de proporcionar flotabilidad, es necesario instalar dispositivos de cierre apropiados en dichas superestructuras, los cuales se mantendrán en buen estado y cerrados firmemente.

SUJECIÓN DE MATERIAL PESADO



Todos los artes de pesca y otros objetos pesados se estibarán adecuadamente y se colocarán en la parte baja del buque, evitando que se muevan. **Cualquier arte de pesca u otros objetos pesados que se coloquen en la parte alta del buque (por ejemplo, encima de la caseta de gobierno) provocarán una reducción de la estabilidad del mismo.**

Cuando se utiliza lastre para asegurar una adecuada estabilidad en buques pequeños, éste deberá ser permanente, sólido y estar firmemente sujeto a la embarcación. El lastre permanente no se retirará del buque ni se colocará en otro sitio sin la aprobación de la autoridad competente.

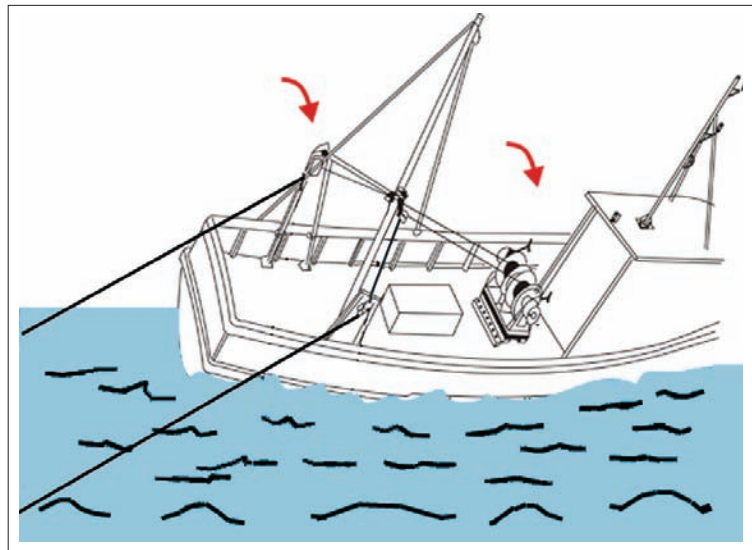


ALMACENAMIENTO DE LA CAPTURA

Las bodegas de pescado se llenarán con orden y de modo que no se produzcan situaciones de escora o asiento extremos, o se disminuya demasiado el francobordo del buque.

A fin de evitar que se mueva la carga de pescado transportado a granel, se subdividirán las bodegas con tabloncillos amovibles.

EFFECTO DE LOS ARTES DE PESCA SOBRE LA ESTABILIDAD



Se tomarán medidas de precaución especiales cuando la tracción de los artes de pesca pueda afectar negativamente la estabilidad (por ejemplo, cuando se izan las redes con haladores mecánicos o el arte de arrastre se engancha en el fondo). El punto de tracción deberá situarse lo más bajo posible en el buque.

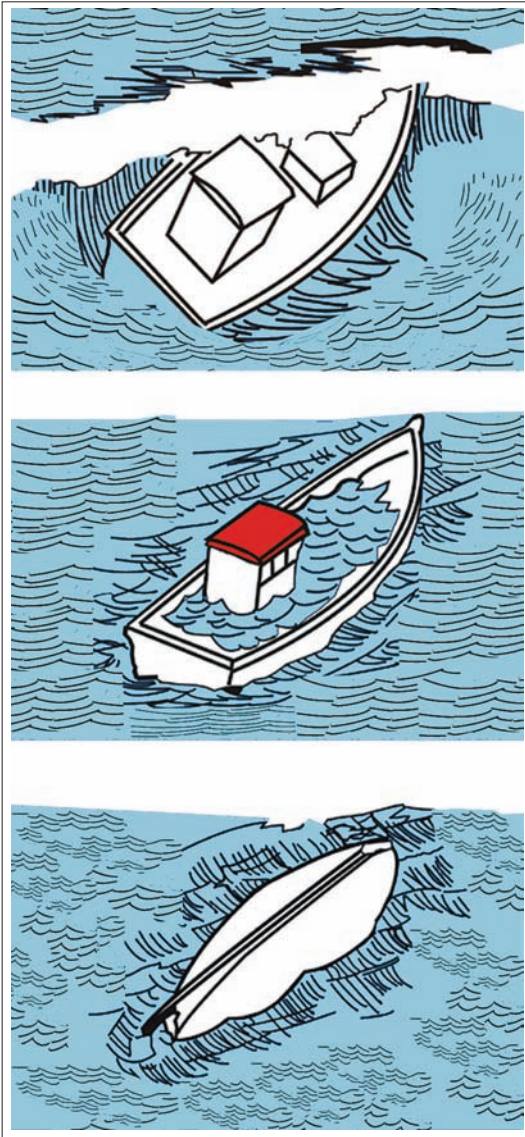
Asimismo, se tendrá especial cuidado cuando el buque quede firmemente enganchado por los artes de pesca.

Si el momento escorante provocado por la tracción de los artes de pesca es mayor que el momento adrizante (**momento de estabilidad estática**), el buque zozobrará.

Entre los factores que aumentan el momento escorante y, por consiguiente, el riesgo de zozobra de un buque, se incluyen los siguientes:

- artes de pesca pesados, potentes maquinillas y otros equipos de cubierta;
- tracción de los artes de pesca desde un punto elevado en el buque;
- aumento en la potencia de propulsión (arrastreros);
- condiciones meteorológicas adversas;
- buque firmemente enganchado por los artes de pesca.

EFFECTO DE SUPERFICIES LIBRES



Se tomarán precauciones en todo momento para asegurar el rápido desagüe del agua embarcada en cubierta. Es peligroso cerrar las tapas de las portas de desagüe y, si existen dispositivos de cierre, el mecanismo de apertura de éstos será siempre de fácil acceso. Antes de que el buque zarpe hacia zonas donde haya peligro de formación de hielo, se abrirán o quitarán las tapas de las portas de desagüe, si las hubiese.

Si la cubierta principal está preparada para transportar carga en cubierta dividiéndola con tablonés, se dejará entre estos espacio suficiente para que el agua fluya fácilmente hacia las portas de desagüe y así prevenir su acumulación.

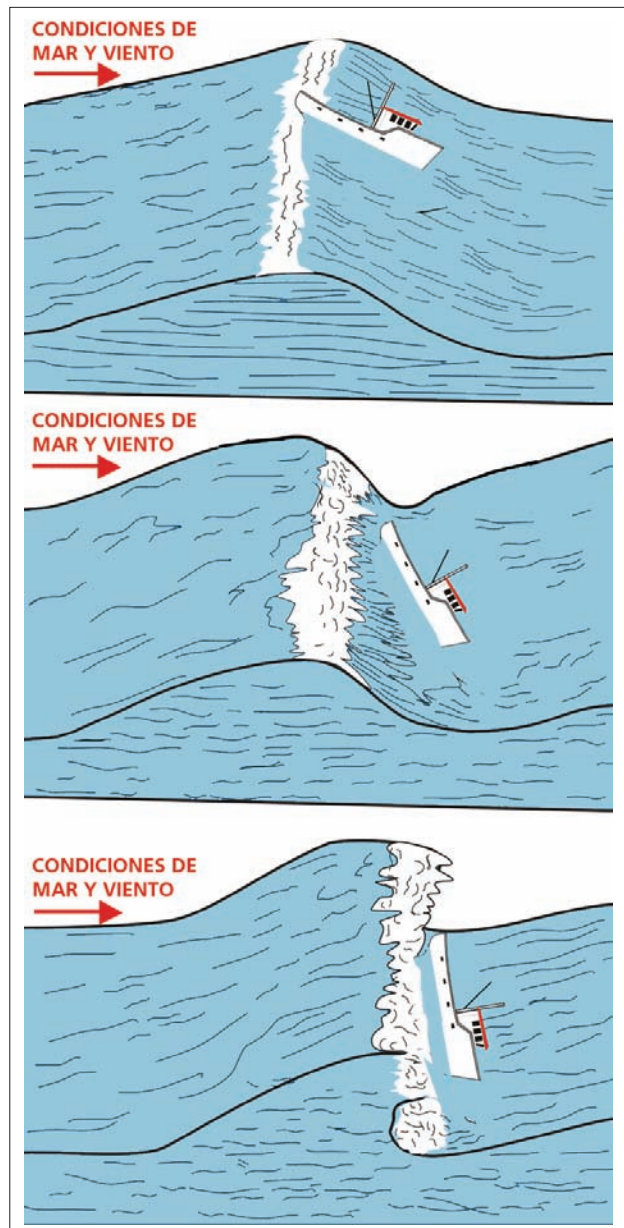
Los tanques parcialmente llenos pueden ser peligrosos, por lo que su número deberá reducirse al mínimo.

Se tendrá cuidado cuando se transporten cajas de pescado vacías en la cubierta de intemperie, ya que el agua puede quedar atrapada en ellas y, de este modo, reducir la estabilidad del buque e incrementar el riesgo de zozobra.

FRANCOBORDO

Se tomarán precauciones para mantener el debido francobordo en todas las condiciones de carga y, cuando proceda, las normas sobre líneas de carga se cumplirán siempre con rigurosidad. Si se reduce el francobordo, los valores del brazo adrizante (GZ) serán menores y el punto de estabilidad nula también estará a un ángulo de escora menor, lo que provocará que el buque tenga menor capacidad para volver a la posición de adrizado desde grandes ángulos de escora.

MAR DE ALETA Y DE POPA



Se advertirá a los tripulantes de todos los peligros provocados por la mar de aleta o de popa. La estabilidad se puede ver reducida considerablemente cuando el buque navega a velocidad similar y en la misma dirección que las olas. Se reducirá la velocidad, o se cambiará de rumbo, en caso de escora o guiñadas (cambios de rumbo) excesivas.

NAVEGACIÓN SOBRE BANCOS DE ARENA Y DESEMBARCOS EN LA PLAYA¹

Se requieren conocimientos prácticos especiales para maniobrar el buque desde playas no protegidas y se deberá tener cuidado especial en la zona de rompientes.

Generalidades

- Antes de navegar sobre un banco de arena, establezca siempre contacto con las autoridades locales para obtener información actualizada sobre las condiciones en la zona.
- No intente navegar sobre un banco de arena sin tener experiencia o sin conocer la zona. Solicite consejo de patrones de embarcaciones locales o del servicio de guardacostas, o navegue sobre el banco acompañado de otros patrones experimentados antes de intentarlo por su cuenta.
- Infórmese de los horarios de las mareas y obtenga un pronóstico del tiempo actualizado.
- Compruebe los mandos del aparato de gobierno, regulador y equipo, y asegúrese de que todas las escotillas estancas estén cerradas y los imbornales despejados antes de intentar navegar sobre el banco.
- Sujete todos los componentes sueltos de los artes de pesca y del equipo a bordo.
- Asegúrese de que todos los tripulantes hayan recibido las debidas instrucciones y lleven puestos los chalecos salvavidas, así como de que el ancla flotante esté lista para utilizarse en caso de emergencia, si fuera necesario.
- Una vez que se haya decidido a navegar, mantenga el curso establecido, ya que puede ser peligroso dar media vuelta en medio de un banco.
- Siempre es preferible cruzar con la marea en repunte o entrante, y con luz de día.
- Asegúrese de que no hay ningún otro buque cerca del banco antes de intentar cruzarlo.



¹ De acuerdo con la Parte A del Código FAO/OIT/OMI de seguridad para pescadores y buques pesqueros, 2005.

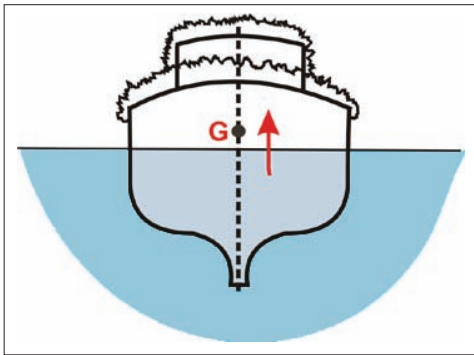
Salida a la mar

- Pida autorización antes de salir del puerto e informe a las autoridades locales de la hora prevista para el regreso y el número de tripulantes a bordo. La autoridad portuaria deberá proporcionar al buque la información pertinente sobre las condiciones meteorológicas y sobre cualquier cambio reciente en el banco o en las condiciones previstas del tiempo.
- En caso de que las condiciones en el puerto de salida empeoren, identifique otro puerto y asegúrese de que tiene suficiente combustible y provisiones a bordo para llevar a cabo el plan alternativo.
- Asegúrese de que todo el equipo de seguridad requerido por la autoridad competente está a bordo y en perfecto estado.
- Al navegar sobre el banco, mantenga una marcha lenta hacia las olas rompientes y observe cuidadosamente si hay algún momento de calma. Si esto ocurriera, acelere y cruce la zona.
- Si las olas siguen llegando, diríjase a la zona de rompientes, acelere sobre la primera ola y aumente la potencia para pasar a la ola siguiente.
- El buque que sale de puerto debe hacer frente a la ola entrante a una velocidad moderada, dado que a alta velocidad un buque puede salirse del agua y, en consecuencia, sufrir daños y perder el control. A baja velocidad, las olas pueden romper a bordo del buque o hacer que la embarcación caiga al través. Dirija el buque hacia la parte más baja de la ola que sea la última en romper y atraviésela a un ángulo máximo de 10°.
- Reduzca la velocidad justo antes de hacer contacto con la mar tendida y, al cruzar o pasar sobre la ola rompiente, vuelva a acelerar y repita el procedimiento hasta alejarse.

De regreso hacia el puerto

- Los buques deberán pedir autorización para entrar a puerto y la autoridad portuaria local deberá informar de cualquier cambio que afecte al banco.
- Al llegar desde la mar, aumente la velocidad del buque hasta alcanzar el mayor grupo de olas.
- Sitúe el buque en la parte posterior de una ola y bajo ningún concepto intente dejarse caer por la cresta de una ola.
- Ajuste la velocidad del buque para igualarla con la velocidad de las olas y no intente adelantarse a las mismas, ni permita que la rompiente detrás del buque se le adelante.
- Si el buque no es capaz de mantener la velocidad de las olas entrantes, se dejará que las olas pasen por debajo del mismo. Quizás sea necesario disminuir la velocidad o utilizar un ancla flotante para mantener el gobierno y evitar caer al través con la mar de popa.

FORMACIÓN DE HIELO



La formación de hielo reduce de forma significativa la estabilidad del buque.

La acumulación de hielo provocará un incremento del desplazamiento del buque y una reducción del francobordo. El centro de gravedad (G) subirá, reduciendo la altura metacéntrica (GM) y provocando una disminución en la estabilidad de la embarcación. Además, la formación de hielo también origina un aumento de la superficie expuesta al viento, debido a la acumulación de hielo sobre las partes más altas del buque,

ocasionando un aumento del momento escorante a consecuencia de la acción del viento.

Entre las causas que producen la formación de hielo, se pueden destacar las siguientes:

- deposición de gotas de agua sobre la estructura del buque, las cuales provienen de los rociones producidos por las crestas de las olas y el choque del buque contra la mar;
- nieve, niebla marina, incluido el mar humeante del Ártico, fuertes descensos de la temperatura ambiente y congelación de las gotas de lluvia al caer sobre la estructura del buque;
- agua embarcada y retenida en cubierta.

Escuche el parte meteorológico y las advertencias sobre la posibilidad de formación de hielo y evite estas zonas siempre que sea posible.

Si a pesar de todas las medidas tomadas el buque no puede salir de la zona peligrosa, se deberán usar todos los medios disponibles para la eliminación del hielo en el buque mientras la embarcación esté expuesta a estas condiciones.

Se deberá eliminar el hielo de las grandes superficies del buque, empezando con las estructuras superiores, ya que incluso una pequeña cantidad de hielo sobre las mismas causará un grave empeoramiento de la estabilidad de la embarcación. Se deberá eliminar el hielo de las portas de desagüe e imbornales en cuanto aparezca, a fin de garantizar la libre salida de las aguas embarcadas en cubierta.

Cuando la distribución del hielo no es simétrica y el buque empieza a escorar, se debe eliminar primero el hielo acumulado en la parte más hundida. Es necesario tener en cuenta que cualquier corrección de la escora que sufra el buque a base de bombear combustible o agua de un tanque a otro, puede reducir la estabilidad mientras ambos tanques estén parcialmente llenos.

DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LOS BUQUES PEQUEÑOS CON LA PRUEBA DEL PERÍODO DE BALANCE

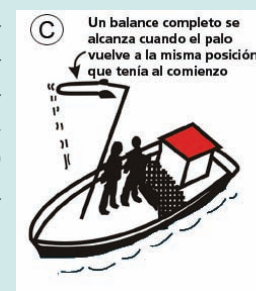
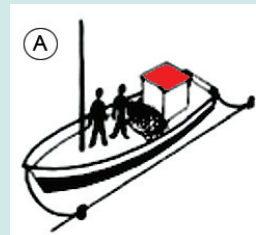
Con el fin de complementar la información sobre estabilidad aprobada, la estabilidad inicial podrá determinarse de manera aproximada mediante la prueba del período de balance.

Los buques con una estabilidad inicial pronunciada son «duros» y tienen un período de balance breve, mientras que los buques con una estabilidad inicial baja son «blandos» y tienen un período de balance prolongado.

A continuación, se describe una prueba del período de balance que la tripulación de un buque pequeño puede realizar en cualquier momento.

Procedimiento de la prueba

- La prueba se llevará a cabo en aguas tranquilas con las amarras flojas y el buque apartado del muelle para evitar rozamientos con otras embarcaciones o estructuras portuarias durante la prueba. Se prestará atención para asegurarse de que la profundidad del agua bajo la quilla y a los costados del buque sea suficiente.
- Se balancea el buque. A tal efecto, por ejemplo, los tripulantes cruzarán juntos rápidamente de una banda a otra. Tan pronto comience este balance forzado, los tripulantes se detendrán y se situarán en el centro del buque para que el balance sea libre y natural.
- El cronometraje y el cómputo de las oscilaciones sólo comenzará cuando se considere que el balance del buque es libre y natural, y únicamente en la medida de lo necesario para cronometrar y computar con precisión las oscilaciones (aproximadamente de 2° a 6° a cada banda).
- Con el buque en su punto máximo de balance a una banda (por ejemplo, a babor) y listo para moverse nuevamente hacia la posición de adrizado, se cumplirá una oscilación completa cuando la embarcación se haya movido por completo hasta su momento final de balance a la otra banda (es decir, a estribor) y haya vuelto al punto de partida inicial, quedando listo para comenzar una nueva oscilación.
- Se medirá el tiempo de, al menos, cuatro oscilaciones completas usando un cronómetro. Las oscilaciones comenzarán a contarse cuando el buque se encuentre en el momento final de un balance.
- Una vez que cese el balance, se repetirá la operación dos veces más como mínimo. Tras computar el tiempo total de todas las oscilaciones efectuadas, podrá calcularse el tiempo de una oscilación completa, por ejemplo, de T segundos.



Cálculo para determinar si la estabilidad inicial es suficiente

- Si el valor calculado de T, expresado en segundos, es menor que la manga del buque, en metros, es probable que la estabilidad inicial sea suficiente, siempre que el buque lleve todo el combustible, pertrechos, hielo, artes de pesca, etc.
- El período de balance T generalmente aumenta y el buque se vuelve más «blando» cuanto menor sea el peso de combustible, pertrechos, hielo, artes de pesca, etc. En consecuencia, la estabilidad inicial también disminuirá. Si la prueba del período de balance se realiza en estas circunstancias, se recomienda que, para que el cálculo la estabilidad inicial se considere satisfactorio, el valor calculado de T, en segundos, no sea más de 1,2 veces la manga del buque, en metros.

Limitaciones del uso de este método

Es posible que este método no sea aplicable a buques con un casco que amortigua el balance, por ejemplo buques con quillas de balance de gran tamaño o buques de proyecto no convencional, tales como los buques pesqueros de gran velocidad.

4. Reformas en el buque

Cuando se realicen reformas en un buque que puedan afectar su estabilidad, la autoridad competente deberá aprobarlas antes de que se efectúen.

Entre dichas reformas, se pueden incluir las siguientes:

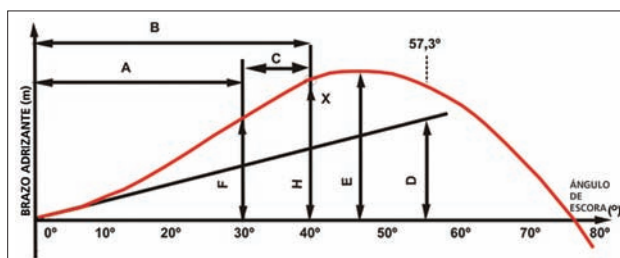
- conversión del buque a nuevos métodos de pesca;
- cambios en las dimensiones principales, tales como aumento de la eslora;
- cambios en el tamaño de las superestructuras;
- cambios en el emplazamiento de los mamparos;
- cambios en los dispositivos de cierre de las aberturas a través de las cuales puede entrar agua en el casco, superestructuras, castillo, etc.;
- eliminación o corrimiento, ya sea parcial o total, del lastre permanente; y
- cambio de la máquina principal.



Es necesario considerar el efecto que cualquier cambio pueda tener en la estabilidad del buque.

5. Criterios de estabilidad para buques pesqueros pequeños

Los buques pesqueros se deberán proyectar, construir y operar de forma que cumplan los criterios mínimos de estabilidad establecidos por la autoridad competente en cualquier condición operacional. Se recomiendan los siguientes criterios mínimos de estabilidad para buques pesqueros con cubierta.²



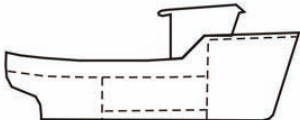
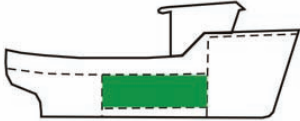
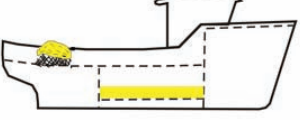
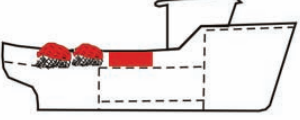
- A El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva **GZ**) no será inferior a **0,055 m.rad** hasta un ángulo de escora de **30°**.
- B El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva **GZ**) no será inferior a **0,090 m.rad** hasta un ángulo de escora de **X°**.
- C El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva **GZ**), entre los ángulos de escora de **30°** y **X°**, no será inferior a **0,030 m.rad**.
- X **40°** o el ángulo de inundación θ_f , si éste es inferior a **40°**. θ_f es el ángulo de escora en el que las aberturas del casco, superestructuras o casetas, que no se puedan cerrar rápidamente de modo estanco, comienzan a quedar inmersas.
- D En los buques de una cubierta, la altura metacéntrica inicial **GM₀** no será inferior a **350 mm**. En los buques con superestructura completa, se podrá reducir la altura metacéntrica con arreglo a criterios que la autoridad competente juzgue satisfactorios, pero nunca será inferior a **150 mm**.
- E El brazo adrizante máximo, **GZ_{max}**, deberá darse a un ángulo de escora preferiblemente superior a **30°**, pero nunca inferior a **25°**.
- F El brazo adrizante **GZ** deberá ser de **200 mm** como mínimo para un ángulo de escora igual o superior a **30°**. El brazo adrizante **GZ** podrá reducirse con arreglo a criterios que la autoridad competente juzgue satisfactorios, pero en ningún caso en más de **2(24 L)%**, siendo «L» la eslora del buque como se define en las Directrices FAO/OIT/OMI de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños (2005).

² De acuerdo con las Directrices FAO/OIT/OMI de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños, 2005.

6. Documentación relativa a la estabilidad

Todo buque deberá disponer de apropiada información relativa a la estabilidad, preparada conforme a los criterios que la autoridad competente juzgue satisfactorios, a fin de que el patrón tenga fácil acceso a la estabilidad del buque en distintas condiciones operacionales.

Los buques pequeños podrán llevar instrucciones relativas a la estabilidad como la que se muestra a continuación.

GUÍA DE ESTABILIDAD				
	UBICACIÓN DE ARTES Y CAPTURA	Estabilidad		
		Aceptable	Al límite	Peligro de zozobra
	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega de pescado vacía 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Captura en bodega de pescado 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Carga parcial en bodegas • Artes de pesca en cubierta 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Captura de proporciones considerables en cubierta • Artes de pesca en cubierta • Bodega de pescado vacía 			
<p>Acciones simples para mantener la estabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar puertas y escotillas • Asegurarse de que los imbornales y portas de desagüe estén abiertos y libres de cualquier obstrucción para permitir que el agua desaparezca rápidamente de la cubierta • Afirmary la captura y los artes de pesca para evitar corrimientos • Trasladar los artes de pesca y la captura de la cubierta a la bodega de pescado • Evitar la mar de popa • Evitar que se produzcan grandes momentos escorantes cuando se halan los artes de pesca 				

Los buques más grandes disponen de información relativa a la estabilidad en la que, normalmente, se incluyen los siguientes datos:

- a) condiciones operacionales;
- b) curvas hidrostáticas; y
- c) curvas pantocarenas isoclinas

Las curvas también se pueden presentar en forma de cuadros, como se muestra a continuación:

CUADRO 1

Curvas hidrostáticas

Calado T_{kc} m	Masa de desplazamiento DISM t	KM m	MTC tm/cm	XB m	XF m	Max. KG m
...
1,35	14,68	1,909	0,129	3,940	3,842	1,347
1,36	14,91	1,906	0,130	3,939	3,841	1,344
1,37	15,14	1,904	0,131	3,937	3,840	1,341
1,38	15,36	1,901	0,133	3,935	3,839	1,337
1,39	15,59	1,898	0,134	3,934	3,838	1,333
1,40	15,82	1,895	0,135	3,932	3,837	1,329
1,41	16,06	1,892	0,136	3,930	3,836	1,326
1,42	16,30	1,890	0,137	3,928	3,835	1,324
1,43	16,54	1,887	0,138	3,926	3,834	1,323
1,44	16,77	1,884	0,139	3,925	3,833	1,322
1,45	17,01	1,882	0,140	3,923	3,832	1,321

CUADRO 2

Curvas pantocarenas isoclinas (curvas LK)

Calado T_{kc} m	LK 10° m	LK 20° m	LK 30° m	LK 40° m	LK 50° m	LK 60° m	LK 70° m
...
1,36	0,328	0,634	0,872	1,058	1,217	1,339	1,428
1,37	0,327	0,633	0,871	1,057	1,216	1,339	1,428
1,38	0,326	0,632	0,869	1,056	1,216	1,338	1,428
1,39	0,325	0,629	0,866	1,054	1,215	1,338	1,428
1,40	0,324	0,627	0,864	1,053	1,215	1,338	1,428
1,41	0,323	0,626	0,863	1,052	1,214	1,338	1,428

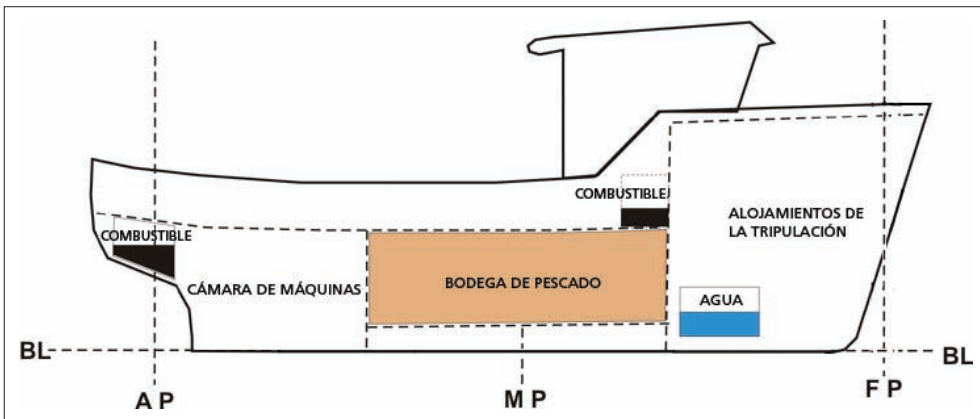
CONDICIONES OPERACIONALES

A fin de evaluar la estabilidad del buque, se planificará teniendo en cuenta distintas condiciones operacionales. Esto se puede realizar, por ejemplo, elaborando un formulario parecido al que se expone a continuación y, a partir de ahí, calculando los pormenores de estabilidad de acuerdo con los requisitos de la autoridad competente.

EJEMPLO:

Condiciones operacionales: Salida del caladero con captura completa.

Calculo de **KG**:



Objetos	Masa t	XG m (desde la AP)	LMOM t m	ZG m (por encima de BL)	VMOM t m	$i_B \rho$ t m
■ Agua	0,03	6,50	0,195	0,40	0,012	0
■ Combustible	0,22	0,00	0,000	1,30	0,286	0
■ Combustible	0,03	5,80	0,174	1,90	0,057	0
2 Tripulantes	0,16	4,00	0,640	2,60	0,416	0
■ Captura	5,00	4,50	22,500	1,15	5,750	0
Peso muerto	5,44	-	23,509		6,521	0
Peso en rosca	10,15	4,17	42,326	1,38	14,007	0
Masa de desplazamiento	15,59		65,835		20,528	0

KG = VMOM/Masa = 20,528/15,59 = **1,317 m** por encima de la línea de base, **BL**.

Partiendo de una masa de desplazamiento del buque de **15,59 toneladas**, los valores del calado de la quilla de referencia, **T_{KC}**, y de **KM** se pueden obtener usando la tabla de curvas hidrostáticas de la página 38.

T_{KC} = 1,39 m y **KM** = **1,898 m** por encima de **BL**.

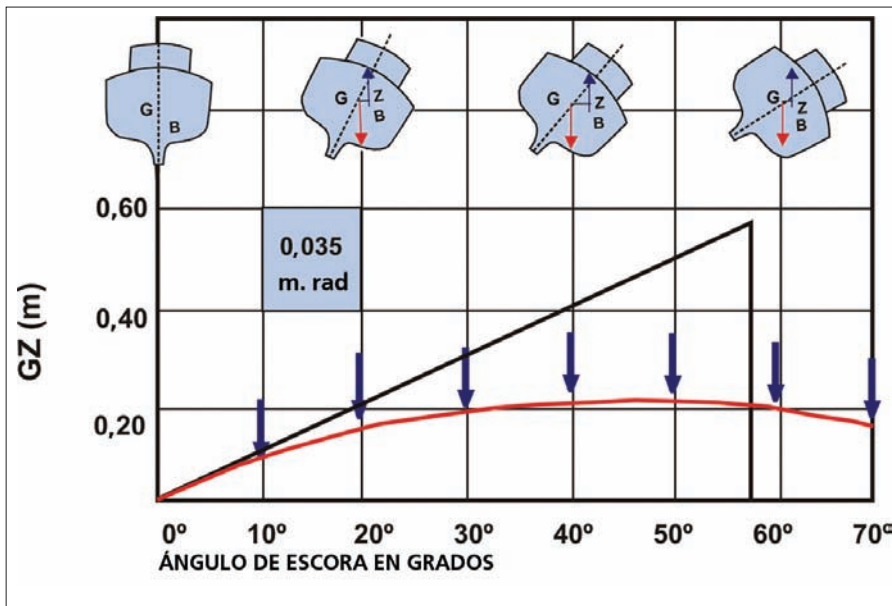
Calculo de **GM**: **GM** = **KM** - **KG** = 1,898 - 1,317 = **0,581 m**.

Partiendo de un calado de referencia de 1,39 m, los valores de LK para todos los ángulos de escora (ϕ) se pueden obtener usando la tabla de curvas cruzadas de estabilidad de la página 38. Por lo tanto, el cálculo de GZ será:

$$GZ = LK - KG \times \text{sen } \phi$$

ϕ (°)	10	20	30	40	50	60	70
sen ϕ	0,174	0,342	0,500	0,643	0,766	0,866	0,940
LK (m)	0,325	0,629	0,866	1,054	1,215	1,338	1,428
KG x sen ϕ (m)	0,229	0,450	0,659	0,847	1,009	1,141	1,238
GZ (m)	0,096	0,179	0,208	0,207	0,206	0,197	0,190

CURVA DE ESTABILIDAD



Se pueden utilizar varios métodos para calcular el área bajo la curva de estabilidad (GZ) y el más simple de ellos consiste en dividir este espacio en un número apropiado de trapecios y calcular la superficie total (regla trapezoidal). Además, dicha área también se puede calcular usando las llamadas «reglas de Simpson», como se ilustra a continuación:

ϕ	(°)	10	20	30	40	
GZ	(m)	0,096	0,179	0,208	0,207	
FS ³ I		3	3	1		
GZ-FS I		0,288	0,537	0,208		SUMA I : 1,033
FS II		4	2	4	1	
GZ-FS II		0,384	0,358	0,832	0,207	SUMA II : 1,781

Área 0°-30°: 0,0654 x SUMA I = 0,0654 x 1,033 = 0,068 m.rad
 Área 0°-40°: 0,0582 x SUMA II = 0,0582 x 1,781 = 0,104 m.rad
 Área 30°-40°: = 0,104 - 0,068 = 0,036 m.rad

Comparación entre los valores de estabilidad calculados y los criterios de estabilidad contenidos en el Capítulo 5.

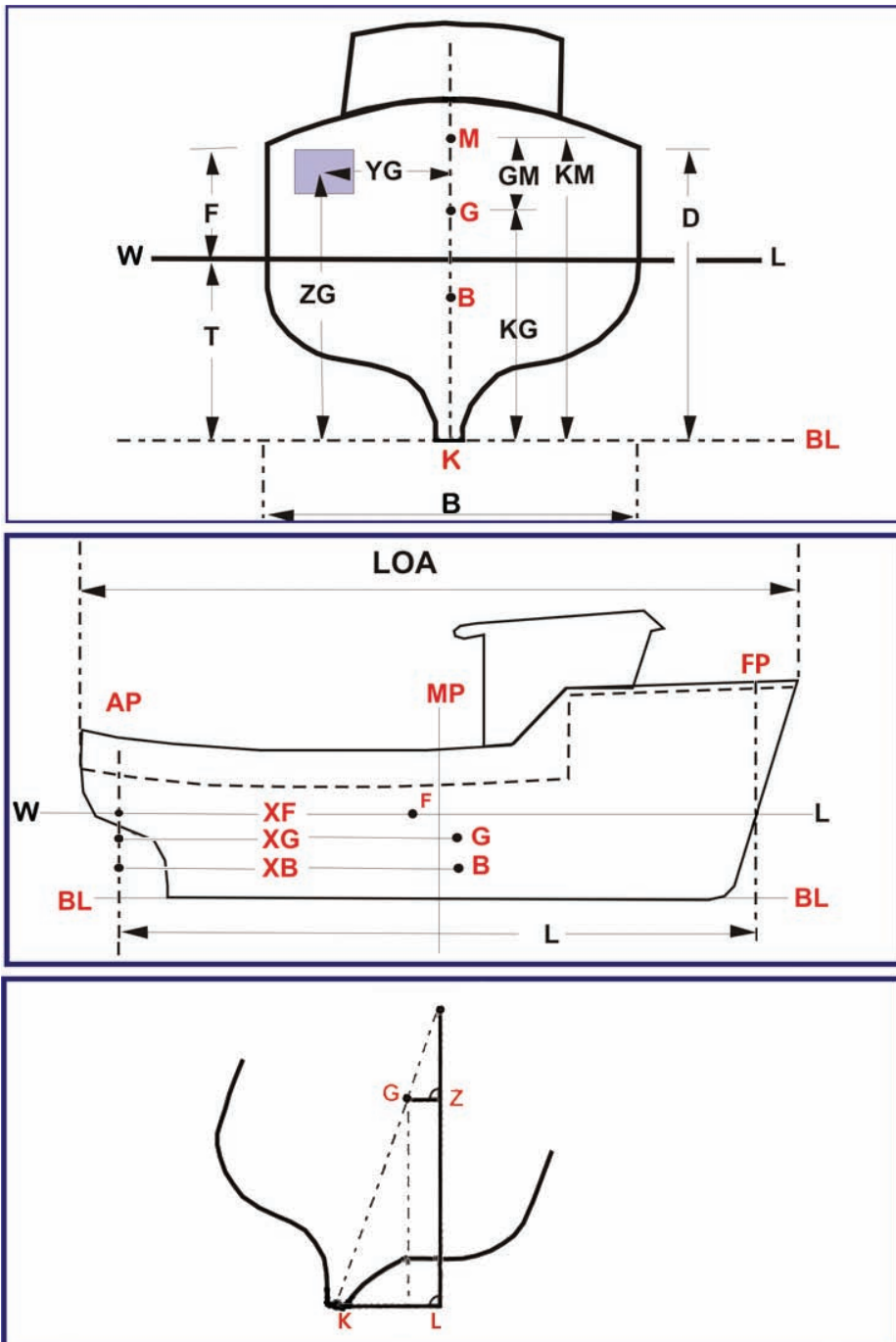
Valores de estabilidad	Calculados	Criterios
Área bajo la curva de 0°-30°	0,068 m.rad	0,055 m.rad
Área bajo la curva de 0°-40°	0,104 m.rad	0,090 m.rad
Área bajo la curva de 30°-40°:	0,036 m.rad	0,030 m.rad
GZmax	0,21 m	
Ángulo en que se produce el GZmax	37°	25°
Ángulo en que GZ > 0,20 m	37°	30°
Altura metacéntrica (GM)	0,581 m	0,350 m
Punto de estabilidad nula	>70°	

³ Factor de Simpson.

7. Referencias bibliográficas

- Canadian Coast Guard.** Sin fecha. An Introduction to Fishing Vessel Stability. Ottawa. Canadá.
- FAO.** 2007. Safety of Fishermen. Proyecto del Programa integrado de la FAO para la rehabilitación de las comunidades afectadas por el tsunami en los distritos de Hambantota, Ampara y Batticaloa (OSRO/SRL/505/ITA), financiado por el Gobierno de Italia. Colombo. Sri Lanka.
- Gudmundsson, A.** 2003. Stöðugleiki fiskiskipa. Siglingastofnun Íslands. Kópavogur. Islandia.
- Gulbrandsen, O. y Pajot, G.** 1993. BOBP/MAG/16 - A safety guide for small offshore fishing boats. BOBP. Madras. India.
- OMI.** 2006. Código FAO/OIT/OMI de seguridad para pescadores y buques pesqueros. Parte A - Directrices prácticas de seguridad e higiene. 2005.
- OMI.** 2006. Código FAO/OIT/OMI de seguridad para pescadores y buques pesqueros. Parte B - Prescripciones de seguridad e higiene para la construcción y el equipo de buques pesqueros. 2005.
- OMI.** 2006. Directrices FAO/OIT/OMI de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños. 2005.
- OMI.** 1999. Modelo de manual de carga y estabilidad (MSC/Circ.920).
- Mirabella, D. F.** 1983. An Introduction to Fishing Vessel Stability. National Fishing Industry Training Committee. Melbourne. Australia.
- Norwegian Maritime Directorate.** 1979. Special brocsjyre for fangst- og fiskefartøyer 2 - Stabilitet og lastelinie. Oslo. Noruega.
- Norwegian Maritime Directorate.** 1989. Stabilitet-Plakat. Oslo. Noruega.
- U.S. Department of Homeland Security - United States Coast Guard.** Sin fecha. A Best Practices Guide to Vessel Stability - Guiding Fishermen Safely Into the Future. Washington. Estados Unidos de América.

Anexo 1. Ejemplos de símbolos usados en la documentación relativa a la estabilidad



Anexo 2. Términos y símbolos

Término	Símbolo	Página
Altura metacéntrica	GM	10,45
Ángulo de escora		19,20,22,35,40
Brazo adrizante	GZ	17
Buque duro		11
Buque blando		11
Calado de la quilla de referencia	Tkc	38
Centro de carena	B	7
Centro de flotación	F	45
Centro de gravedad	G	6
Condiciones operacionales		39
Coordenada x del centro de carena	XB	38,45
Coordenada x del centro de flotación	XF	38,45
Coordenada x del centro de gravedad	XG	39,45
Coordenada z del centro de gravedad	KG, ZG	6,39,45
Coordenada z del metacentro	KM	8,45
Curvas pantocarenas isoclinas		38
Curvas GZ		19
Curvas hidrostáticas		38
Densidad	ρ	
Desplazamiento (o volumen de desplazamiento)	DISV	3
Documentación relativa a la estabilidad		37
Efecto de superficies libres		13,26
Eje longitudinal	CL	
Equilibrio		10
Equilibrio indiferente		5
Equilibrio inestable		10
Equilibrio neutro		10
Escora		5
Eslora (por lo general, Lpp)	L	45
Eslora total	LOA	45
Estabilidad dinámica		21
Estabilidad transversal		8
Flotabilidad		7
Francobordo	F	3, 26, 45
Gravedad		6
Escora permanente		5
Línea de base	BL	7,39,45

Manga	B	45
Masa de desplazamiento	DISM	4
Metacentro	M	8
Momento para cambiar el asiento en un centímetro	MTC	38
Perpendicular de popa	AP	7,39,45
Perpendicular de proa	FP	7,39,45
Peso en rosca		4
Peso en suspensión		12
Peso muerto	DW	4
Portas de desagüe		14,26
Prueba del período de balance		31
Puntal	D	45
Quilla	K	6,45
Sección media entre perpendiculares	MP	7,39,45
Valor de la curva de pantocarenas isoclinas	LK	38,45

Anexo 3. Prueba sobre estabilidad de buques pesqueros

- 1 Escora

La escora de un buque se debe a:
a) una fuerza externa;
o bien
b) al movimiento de un peso dentro del buque.

- 2 Peso muerto

El peso muerto de un buque es:
a) el peso del agua desplazada por el buque;
o bien
b) el peso real transportado por el buque cuando está cargado.

- 3 Caladot

El calado de un buque es:
a) la distancia vertical desde la línea de flotación hasta la cubierta de trabajo;
o bien
b) la distancia vertical desde la línea de flotación hasta la quilla.

- 4 Centro de gravedad

El centro de gravedad se encuentra en el punto en que el peso total de un cuerpo actúa:
a) verticalmente hacia abajo;
o bien
b) verticalmente hacia arriba.

- 5 Centro de carena

El centro de carena está ubicado en:
a) el punto a través del cual se supone que el empuje de flotabilidad actúa verticalmente hacia abajo;
o bien
b) el centro geométrico de la sección sumergida del buque.

- 6 Buque estable Un buque se encuentra en equilibrio estable cuando el metacentro está:
a) por encima del centro de gravedad;
o bien
b) en la misma posición que el centro de gravedad.
- 7 Efecto de superficies libres El efecto de superficies libres desaparece cuando:
a) todos los tanques están llenos;
o bien
b) todos los tanques están vacíos.
- 8 Brazo adrizante El brazo adrizante es:
a) la distancia horizontal entre el centro de gravedad y una línea vertical que pasa a través del centro de carena cuando un buque está escorado;
o bien
b) el GZ
- 9 Efecto de superficies libres El efecto de superficies libres se reduce:
a) subdividiendo los tanques;
o bien
b) manteniendo los tanques medio llenos.
- 10 Buque duro Un buque duro tiene:
a) una altura metacéntrica elevada;
o bien
b) una altura GM reducida.
- 11 Buque blando Un buque blando tiene:
a) una altura GM elevada;
o bien
b) una altura metacéntrica reducida.
- 12 Pescado en cubierta El pescado en cubierta:
a) aumenta la estabilidad del buque;
o bien
b) disminuye la estabilidad del buque.

- | | | |
|----|--------------------------------|--|
| 13 | Portas de desagüe | Las portas de desagüe se mantendrán:
a) obstruidas y sólo se destaparán cuando sea necesario;
o bien
b) siempre libres de obstrucciones. |
| 14 | Cargas pesadas en puntos altos | Las cargas pesadas en puntos altos:
a) hacen que la altura GM disminuya;
o bien
b) aumentan la estabilidad del buque. |
| 15 | Formación de hielo | La acumulación de hielo sobre un buque:
a) reduce su francobordo y estabilidad;
o bien
b) aumenta su peso muerto y estabilidad. |
| 16 | Reformas realizadas en buques | El armador de un buque pesquero informará a la autoridad competente de las reformas que realice en el mismo:
a) antes de llevarlas a cabo;
o bien
b) una vez que las haya terminado. |

RESPUESTAS

1 a); 2 b); 3 b); 4 a); 5 b); 6 a); 7 a) y b); 8 a) y b); 9 a); 10 a); 11 b); 12 b); 13 b); 14 a); 15 a); 16 a).

Anexo 4. Documentación consultada

Código FAO/OIT/OMI de seguridad para pescadores y buques pesqueros. Parte A - Directrices prácticas de seguridad e higiene, 2005

La versión revisada de la Parte A de dicho Código está dirigida primordialmente a las autoridades competentes, centros de formación, armadores de buques pesqueros, organizaciones representativas de las tripulaciones y organizaciones no gubernamentales que desempeñen un papel reconocido en materia de seguridad e higiene laboral y formación de los tripulantes.

Código FAO/OIT/OMI de seguridad para pescadores y buques pesqueros. Parte B - Prescripciones de seguridad e higiene para la construcción y el equipo de buques pesqueros, 2005

La versión revisada de la Parte B de dicho Código está dirigida primordialmente a los constructores y armadores, y contiene prescripciones relativas a la construcción y equipo para buques pesqueros de eslora igual o superior a 24 metros.

Directrices FAO/OIT/OMI de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños, 2005

El objetivo de las Directrices de aplicación voluntaria consiste en proporcionar orientación actualizada sobre prácticas de seguridad de aplicación general para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros de menor tamaño, es decir, buques pesqueros de eslora igual o superior a 12 metros, pero inferior a 24 metros.

Protocolo de Torremolinos, 1993 y Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros (edición refundida, 1995)

Esta publicación contiene las reglas relativas a la construcción y el equipo de buques pesqueros de eslora igual o superior a 24 metros.

Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI (resolución A.749(18), enmendada)

Esta publicación recoge en un solo documento disposiciones recomendadas relativas a la estabilidad sin avería, de acuerdo con instrumentos de la OMI existentes.

Práctica recomendada para subdividir las bodegas de pescado con divisiones amovibles (resolución A.168(ES.IV), enmendada por la resolución A.268(VIII), apéndice V)

Esta resolución contiene fórmulas para calcular los escantillones de las divisiones amovibles empleadas para subdividir las bodegas de pescado.

Modelo de manual de carga y estabilidad (MSC/Circ.920)

Este documento proporciona orientación relativa a la preparación de documentación sobre estabilidad, usando una presentación uniforme y términos, abreviaturas y símbolos previamente acordados, los cuales son importantes para el uso correcto de dicha documentación.

BOBP/MAG/16: Guía de seguridad para las embarcaciones pesqueras pequeñas que faenan mar adentro

Esta publicación aporta información relativa al proyecto y los aspectos operacionales relacionados con la seguridad de los buques pesqueros con cubierta de eslora inferior a 12 metros y de interés para astilleros, armadores y tripulantes.

Este documento presenta algunos principios básicos sobre estabilidad de buques pesqueros pequeños y proporciona simples directrices con respecto a las medidas que pueden tomar los tripulantes para mantener un nivel de estabilidad adecuado en sus embarcaciones. Sin embargo, este trabajo no se publica con la intención de ser considerado como un curso completo sobre estabilidad de buques pesqueros. Esta publicación está dirigida a los pescadores y sus familias, así como a los armadores de buques pesqueros, constructores de embarcaciones, autoridades competentes y otras personas que estén interesadas en la seguridad de los buques pesqueros y los pescadores. Al mismo tiempo, puede servir de guía para aquellas personas encargadas de la formación en materia de seguridad de buques pesqueros.

